



# ÖLJY JA KAASU ENERGIANTUOTANNOSSA TULEVAISUUDESSA

---

Loppuraportti  
Huoltovarmuuskeskukselle,  
Öljypoolille ja Maakaasujaostolle

11/2021

ÖLJY JA KAASU ENERGIANTUOTANNOSSA  
TULEVAISUUDESSA





## Yhteystiedot

Yhteyshenkilö	Sähköposti	Puhelin
Jenni Patronen	<a href="mailto:jenni.patronen@afry.com">jenni.patronen@afry.com</a>	040-7544922
Niklas Armila	<a href="mailto:niklas.armila@afry.com">niklas.armila@afry.com</a>	040-5006359

AFRY on Euroopan johtavia suunnittelu- ja konsultointiyhtiöitä, joka edistää muutosta kohti kestävämpää yhteiskuntaa. Olemme 17 000 omistautunutta rakennetun ympäristön, teollisuus- ja energia-alojen sekä digitalisaation asiantuntijaa, jotka kehittävät kestäviä ratkaisuja tuleville sukupolville ympäri maailman.

AFRY Management Consulting tarjoaa huippuluokan konsultointi- ja neuvontapalveluita, jotka kattavat koko arvoketjun energia-, metsä- ja biopohjaisessa teollisuudessa. Energiatoimintomme on johtava strategisten, kaupallisten, sääntely- ja poliittisten neuvon tarjoaja Euroopan energiamarkkinoille.

Yli 250 asiantuntijasta koostuva energiatiimimme tarjoaa vertaansa vailla olevaa asiantuntemusta nopeasti muuttuvilla energiamarkkinoilla Euroopassa, Lähi-idässä, Aasiassa, Afrikassa ja Amerikassa.

Copyright © 2021 AFRY Management Consulting Oy

All rights reserved

Kannen kuva: shutterstock.com

Tämä raportti on tehty AFRY Management Consulting Oy:n (AFRY) toimesta Huoltovarmuuskeskuksen, Öljypoolin ja Maakaasujaoston ("Asiakas") käyttöön. Raportti on laadittu noudattaen AFRYn ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtoja. AFRYn tähän raporttiin liittyvä tai siihen perustuva vastuu määräytyy yksinomaan kyseisten sopimusehtojen mukaisesti.

AFRYn näkemyksen mukaan tämän julkaisun sisältämät tiedot ovat paikkansapitäviä ja perusteltuja. Tästä huolimatta raporttia tulkitsevien tai käyttävien osapuolten tulee käyttää omaa harkintaansa sekä ammattitaitoaan julkaisun tietojen soveltamisessa. Tämä julkaisu sisältää osittain informaatiota, joka ei ole AFRYn hallittavissa. Näin ollen AFRY ei anna julkaisun perusteella tai siihen liittyen mitään vakuutusta, nimenomaista tai konkludenttista, eikä vastaa sen sisältämien tietojen ja arvioiden oikeellisuudesta. AFRY ei vastaa kolmansille osapuolille tämän julkaisun käyttämisen tai siihen luottamisen perusteella aiheutuneesta haitasta taikka mistään välittömästä tai välillisestä vahingosta.



## SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	1
EXECUTIVE SUMMARY	4
SAMMANFATTNING	6
KUVAT JA TAULUKOT	8
FIGURES AND TABLES	9
FIGURER OCH TABELLER	10
1. JOHDANTO	11
1.1 Työn tausta ja tavoite	11
1.1.1 Raportin rakenne	11
1.2 Lähteet	13
1.3 Lyhenteet	13
2. ÖLJYN JA KAASUN KÄYTTÖ JA LAITOSKAPASITEETTI ENERGIAN TUOTANNOSSA NYKYISIN	14
2.1 Öljy ja maakaasu huoltovarmuuden näkökulmasta nykyisin	14
2.1.1 Huoltovarmuuden määritelmä ja sitä ohjaava lainsäädäntö	14
2.1.2 Öljyn ja maakaasun velvoite- ja varmuusvarastointi nykyisin	15
2.2 Yleiskuvaus energiantuotannon kapasiteetin tarpeesta	17
2.3 Nykyinen öljy ja kaasua käyttävä kapasiteetti ja polttoainekäyttö energiantuotannossa	18
2.4 Öljy ja maakaasu osana energiantuotannon polttoaineita kokonaisuudessaan	22
2.5 Nykyisen kapasiteetin käyttöikä ja poistuminen	23
3. ÖLJYN JA KAASUN ARVIOITU KÄYTÖN KEHITYS ENERGIAN TUOTANNOSSA VUOSILLE 2030 JA 2040	26
3.1 Lämmön ja sähkön tuotantorakenteen muutokset Suomessa	26
3.1.1 Yleiset muutostekijät	26
3.1.2 Teollisuudenalojen vähähiilisyystiekartat	29
3.2 Perus-, huippu-, ja varatuotannon kapasiteetin vaihtoehdot tulevaisuudessa	31
3.2.1 Vaihtoehdot öljyä ja kaasua korvaavalle kapasiteetille	31
3.2.2 Vaihtoehdot polttoainevaihdokselle uusiutuviin öljyihin ja kaasuihin	35
3.3 Arvio öljyn ja kaasun käytöstä energiantuotannossa tulevaisuudessa ja kapasiteetin kehitys	37



3.4	Polttoaineiden varastojen kehitys käytön perusteella arvioituna	41
3.5	Keskeiset epävarmuudet öljyn ja kaasun energiakäytön kehityksessä	41
4.	TULOSTEN ARVIOIDUT VAIKUTUKSET HUOLTOVARMUUTEEN JA HUOLTOVARMUUSVARASTOIHIN	43
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET HUOLTOVARMUUDEN SUUNNITTELUN KANNALTA	47



## TIIVISTELMÄ

Energiamurros johtaa fossiilisten tuontipolttoaineiden käytön nopeaan vähenemiseen, jolloin myös energiantuotannon huoltovarmuuden järjestelyitä on syytä tarkastella uudelleen. Huoltovarmuuskeskus, Öljypooli ja Maakaasujaosto ovat halunneet selvittää öljyn ja kaasun käytön muutoksia energiantuotannossa, polttoaineiden varastointitarpeiden muutosta tulevaisuudessa ja sen vaikutusta huoltovarmuuden suunnitteluun. AFRY Management Consulting on Huoltovarmuuskeskuksen toimeksiannosta selvittänyt öljyn ja kaasun käytön ja sitä käyttävän kapasiteetin kehitystä Suomessa vuoteen 2040 saakka, ja yhdessä Huoltovarmuuskeskuksen, Öljypoolin ja Maakaasujaoston edustajien kanssa tarkastellut muutoksen huoltovarmuusvaikutuksia. Lähtötietoina työssä on käytetty AFRYn koko Suomen energiatuotannon kattavaa kattilätietokantaa, arvioita tulossa olevista investoinneista energiasektorilla sekä arvioita eri polttoaineiden ja tuotantomuotojen kustannusten kehityksestä ja näiden muutosten vaikutuksista polttoaineiden käyttöön.

Öljyä ja kaasua käytetään energiantuotannon polttoaineena pääasiassa kaukolämpö- ja teollisuussektorin sähkön ja lämmön tuotantolaitoksissa. Suurin osa öljyä ja kaasua käyttävästä kapasiteetista tuottaa lämpöä erillistuotantona huippukysynnän aikaan tai toimii muun tuotannon varakapasiteettina. Lisäksi lämmöntuotannossa on jonkin verran kaasuun perustuvaa sähkön ja lämmön yhteistuotantokapasiteettia, jolla tuotetaan lämpöä ja sähköä usein myös perustuotantona. Vaikka tätä kapasiteettia on vähemmän, on sen polttoainekulutus kuitenkin merkittävintä tarkastelluista kulutuksista. Kaasun käyttö painottuu maantieteellisesti erityisesti Uudellemaalle, kun taas öljyä käytetään tasaisemmin ympäri Suomen.

Lämmön ja sähkön tuotantorakenteessa on tapahtumassa merkittäviä muutoksia, jotka johtavat öljyn ja kaasun polttoainekäytön vähenemiseen edelleen. Kohonneet päästöoikeuksien hinnat ja polttoaineiden verot ovat tehneet fossiilisista polttoaineista ja turpeesta kalliita energialähteitä päästöttömiin tuotantomuotoihin verrattuna. Maakaasulla yhteistuotantolaitoksissa tuotetulle lämmölle vaihtoehtoisia ja useimmiten kannattavampia tuotantomuotoja ovat esimerkiksi lämmön ja sähkön yhteistuotanto tai lämmön erillistuotanto metsähakkeella, lämmön erillistuotanto pelleteillä tai erilaiset lämpöpumppuratkaisut. Pelletti- ja sähkökattilat ovat yhä kannattavampia korvamaan energiamääräisesti suuren osan öljyllä ja kaasulla tuotetusta huippu- ja varatuotannosta. Lämmön varastoinnilla ja kysyntäjoustolla voidaan edelleen vähentää öljyn ja kaasun perustuvan huipputuotannon tarvetta.

Öljyä ja kaasua polttoaineena käyttävälle kapasiteetille jää todennäköisesti myös tulevaisuudessa huomattava tarve suunnittele mattomien perustuotantolaitosten käyttökatkojen varalle. Tällöin tulee varautua siihen, että perustuotannossa voi olla käyttökatkoja myös korkean kysynnän aikana, jolloin varakapasiteettia tarvitaan paljon. Tämän kapasiteetin tulee olla investointikustannuksiltaan edullista, mikä rajaa hieman kalliimman pellettilämpölaitoksen yleensä pois vaihtoehdoista. Lisäksi kapasiteetin tulee olla käytettävissä täysimääräisesti ajasta riippumatta, mikä voi tehdä sähkökattiloista kalliita vaihtoehtoja, jos sähkön markkinahinta on käytön ajanhetkellä hyvin kallista.

Öljyn ja kaasun polttoainekäytön oletetaan laskevan huomattavasti nopeammin kuin polttoaineita käyttävän kapasiteetin määrän. Erityisesti kaasun käyttö lämmön ja sähkön perustuotannossa laskee merkittävästi. Yhteensä öljyä käyttävän kapasiteetin oletetaan vähenevän nykyisestä noin 16 gigawattista noin 13 gigawattiin vuoteen 2030 ja noin 11 gigawattiin vuoteen 2040 mennessä. Samalla öljyn polttoainekäytön arvioidaan vähenevän nykyisestä noin 4 terawattitunnista noin 3 terawattituntiin vuoteen 2030 ja noin 2 terawattituntiin vuoteen 2040 mennessä.



Kaasua käyttävän kapasiteetin oletetaan vähenevän nykyisestä noin 11 gigawattista noin 8 gigawattiin vuoteen 2030 ja noin 4 gigawattiin vuoteen 2040 mennessä. Samalla kaasun polttoainekäytön arvioidaan vähenevän nykyisestä noin 13 terawattitunnista noin 6 terawattituntiin vuoteen 2030 ja noin 2 terawattituntiin vuoteen 2040 mennessä.

Arvioidun kehityksen seurauksena öljyn energiantuotannon huoltovarmuusvarastot (yhteenlasketut toimijoiden velvoitevarastot ja valtion varmuusvarastot) nykyisten määräysten perusteella laskettuna pienenisivät nykyisestä noin 1,9 terawattitunnista noin 1,3 terawattituntiin vuoteen 2030 ja noin 0,8 terawattituntiin vuoteen 2040 mennessä. Kaasun huoltovarmuusvarastot pienenisivät nykyisestä noin 5,5 terawattitunnista noin 2,4 terawattituntiin vuoteen 2030 ja noin 0,7 terawattituntiin vuoteen 2040 mennessä. Myös tämä varastointimäärä olisi kaasun heikomman varastoitavuuden vuoksi pääasiassa öljyä. Lisäksi mikäli merkittävä osuus öljyn ja kaasun käytöstä korvautuisi uusiutuvilla öljyn ja kaasun jakeilla, voisivat huoltovarmuusvarastot pienentyä nykyisten käytäntöjen mukaisesti laskettuna vielä huomattavasti tätä nopeammin.

Huoltovarmuuskäytännöillä varmistetaan nykyisin pitkälti fossiilisten tuontipolttoaineiden saatavuus poikkeus- ja häiriötilanteissa. Fossiilisten tuontipolttoaineiden, mukaan lukien öljyn ja maakaasun energiantuotantokäytön vähentyessä merkittävästi voi olla tarpeen harkita energiantuotantoon liittyvän huoltovarmuuden suunnittelun periaatteiden muutosta. Polttoainekäytön painottuessa uusiutuviin polttoaineisiin huoltovarmuusvarastointia voisi olla syytä laajentaa tuontipolttoaineiden osalta myös fossiilisten polttoaineiden ulkopuolelle. Tällöin huoltovarmuus voisi kuitenkin olla kustannustehokkaampaa toteuttaa varatuotantolaitoksissa käytettävän öljyn varastoinnilla, sillä uusiutuvat polttoaineet ovat usein varastoitavuudeltaan öljyyn verrattuna huonoja.

Myös kotimaisten polttoaineiden osalta huoltovarmuusvarautumista tulisi kehittää helposti varastoitavan turpeen energiakäytön vähentyessä nopeasti. Huomio tulisi kiinnittää hankintaketjujen toimivuuteen myös poikkeustilanteissa, sekä todennäköisesti myös polttoaineen varastointitarpeen selvittämiseen niiden tueksi. Tätäkin varastointia voisi olla ainakin osin tai joissain tilanteissa kustannustehokkaampaa toteuttaa varatuotantolaitoksissa käytettävän öljyn varastoinnilla. Lisäksi sähkön toimitusvarmuuden varmistamiseksi jatkossa tarvittavan varatuotantokapasiteetin ja sen häiriö- ja poikkeusoloissa mahdollisesti tarvittavan käytön määrää on syytä selvittää huomioiden myös sähkön kysynnän arvioitu kasvu ja muutokset tuotantokapasiteetissa. Erityisesti öljy ja kaasu ovat mahdollisia polttoaineita tällaiselle kapasiteetille, mutta myös vety voi tulevaisuudessa olla vaihtoehto.

Vaikka nykyisten huoltovarmuuskäytäntöjen mukaan öljyn ja kaasun energiantuotannon käyttöön perustuva huoltovarmuusvarastointi vähenee arvioitujen polttoainekäyttöjen kehitysten mukaan, voi erityisesti öljyn energiantuotannon huoltovarmuusvarastoinnin tarve jopa kasvaa nykyisestä, mikäli öljyä varastoitaisiin myös muun energiantuotannon varalle. Nykyisten huoltovarmuuskäytäntöjen mukainen varastointimäärä ei tulevaisuudessa välttämättä riitä takaamaan samaa huoltovarmuuden tasoa energiantuotannossa kuin historiassa. Koska öljyn tieliikennekäytön oletetaan vähenevän ja sitä myötä myös huoltovarmuusvarastojen koon tieliikenteen osalta pienenevän, voisi energiantuotannon kasvavalle varastoinnin tarpeelle olla olemassa jo valmiiksi tarvittava määrä varastointikapasiteettia.

Öljyn ja kaasun vuositason käyttö voi jatkossa vaihdella paljon öljyn ja kaasun jäädessä huippu- ja varapolttoaineiksi. Siksi yhden vuoden vuositason kulutukseen perustuva varastointimäärä ei ole toimiva tapa määrittää varastojen kokoa tulevaisuudessa. Sen



sijaan huoltovarmuutta ja varastoitavien polttoaineiden määrää tulisi tarkastella koko energijärjestelmän näkökulmasta.

Tulevaisuudessa huoltovarmuuden toteuttamisessa tulisi polttoaineiden varastoinnin lisäksi huomioida myös logistiikka. Koska öljyä ei normaalitilanteessa käytettäisi, tulisi öljyn siirtoon käytettävälle logistiikalle pohtia huoltovarmuusmääräyksiä, jotta logistiikkaa on tarpeeksi poikkeusoloja varten. Kaasuverkon olemassaolo on huoltovarmuusnäkökulmasta keskeistä.



## EXECUTIVE SUMMARY

The energy sector in Finland is experiencing a rapid decline in the use of imported fossil fuels, which leads to a need for re-assessing the national emergency supply needs of energy production. This report assesses the changes in the use of oil and gas within energy production, changes in the need for storing the fuels in the future, and the impact of these changes on planning the emergency supply. The report has been made by AFRY Management Consulting as an assignment by the National Emergency Supply Agency. The background information used in the report includes the AFRY boiler database covering the Finnish energy production, estimates on upcoming investments in the energy sector, as well as estimates on the price development of different fuels and production technologies, and the impact of developments on fuel use.

Oil and gas are mostly used in energy production as a fuel in heat and power production within district heating and industrial sectors. While most of the fuel capacity is in peak load or reserve production, the largest share of fuel use is gas use within combined heat and power production, which is also widely used as base load production.

The use of oil and gas is expected to decline due to e.g. increased emission allowance prices and fuel taxes, which has made the fuels expensive compared to emission-free production technologies. It is expected that the oil and gas using capacity will still be needed as reserve capacity for base load production plants in case of unexpected production outages. In these situations, the capacity must be sufficient in case base load production is out of use during the high demand periods, meaning significant capacity need also in the future.

Hence, the oil and gas fuel uses are expected to decrease more rapidly than the fuel capacity. Especially the use of gas within combined heat and power production is estimated to decrease significantly. In total, the oil capacity is estimated to decrease from 16 gigawatts as of today to ca. 13 gigawatts by 2030 and ca. 11 gigawatts by 2040. The fuel use of oil is estimated to decrease from 4 TWh today to ca. 3 TWh by 2030 and ca. 2 TWh by 2040. The gas capacity is estimated to decrease from 11 gigawatts as of today to ca. 8 gigawatts by 2030 and ca. 4 gigawatts by 2040. The fuel use of oil is estimated to decrease from 13 TWh today to ca. 6 TWh by 2030 and ca. 2 TWh by 2040.

As a result of the estimated development, the emergency supply storages of oil based on current regulations would decrease from ca. 1.9 TWh as of today to ca. 1.3 TWh by 2030 and to ca. 0.8 TWh by 2040. The emergency supply storages of gas would decrease from ca. 5.5 TWh as of today to ca. 2.4 TWh by 2030 and to ca. 0.7 TWh by 2040. The emergency supply storages for gas would be mostly oil due to oil being a technically better fit for storing.

Currently, the emergency supply practices largely ensure the availability of imported fossil fuels in case of crises and disruptions. As the use of imported fossil fuels within energy production, including oil and natural gas, is decreasing, it may be necessary to consider changing the planning principles of energy production-related emergency supply. While the fuel use is increasingly focused on renewable fuels, the emergency supply storage should be considered to expand to imported renewable fuels. In this case, the emergency supply could however be more cost-efficient to implement by storing oil used in reserve plants, as renewable fuels oftentimes are less storable compared to fossil oil.

Also, the emergency supply regarding domestic fuels should be developed as the use of well storable domestic peat use is decreasing rapidly. The focus should be on ensuring





the functionality of the supply chains also in crises and disruptions, and most likely also to assess the need for storage need to complement the supply chain preparations. This storage could be in many cases more cost-efficient to be implemented as oil storage. Additionally, to ensure the security of supply within the electricity sector, the need for reserve capacity and the need for its actual use should be assessed, considering the estimated growth in electricity demand and the changes in the production fleet. Especially oil and gas would be possible fuels for this capacity, but also hydrogen could be a possibility in the future.

Even though based on current emergency supply practices the emergency supply storage for oil and gas within energy production would decrease based on the estimated fuel use developments, the need for especially oil storage can increase if oil would be stored also for emergency supply purposes for other production technologies. In addition to fuel storage, also logistics should be increasingly considered in emergency supply planning in the future. If oil would not be used in normal conditions, regulation should be considered for the logistics to ensure its sufficiency in crises and disruptions. The existence of the gas network is essential from the emergency supply point of view.



## SAMMANFATTNING

Energisektorn i Finland upplever en snabb nedgång i användning av importerade fossila bränslen, vilket leder till ett behov att omvärdera den nationella nödförsörjningen för energiproduktion. Denna rapport bedömer förändringar i användningen av olja och gas inom energiproduktion, förändringar i behovet av lagring av bränslen i framtiden, och effekterna av dessa förändringar på planeringen av nödförsörjningen. Rapporten har gjorts av AFRY Management Consulting på uppdrag av Försörjningsberedskapscentralen. Bakgrundsinformationen som används i rapporten inkluderar AFRY-panndatabasen som omfattar den finska energiproduktionen, uppskattning av kommande investeringar inom energisektorn och av prisutvecklingen för olika bränslen och produktionstekniker samt utvecklingens inverkan på bränsleanvändningen.

Olja och gas används mest i energiproduktion som bränsle i värme- och kraftproduktion inom fjärrvärme och industrisektorer. Medan det mesta av bränslekapaciteten ligger i topp-last eller reservproduktion är den största andelen av bränsleanvändningen gasanvändning inom kraftvärmeproduktion, som också används i stor utsträckning som baslastproduktion.

Användningen av olja och gas förväntas minska på grund av bland annat högre priser på utsläppsrätter och bränsleskatter. Detta har gjort bränslena dyra jämfört med utsläppsfria produktionstekniker. Det förväntas att den olje- och gasanvändande kapaciteten fortfarande kommer att behövas som reservkapacitet för baslastproduktionsanläggningar i händelse av oväntade produktionsavbrott. I dessa situationer måste kapaciteten vara tillräcklig i fall baslastproduktionen inte används under perioder med hög efterfrågan. Detta innebär att ett betydande kapacitetsbehov finns även i framtiden.

Därför förväntas användning av olja- och gas minska snabbare än bränslekapaciteten. Speciellt gasanvändning inom kraftvärmeproduktion bedöms minska avsevärt. Totalt beräknas oljekapaciteten minska från 16 gigawatt idag till ca. 13 gigawatt till 2030 och till ca. 11 gigawatt år 2040. Förbrukningen av olja beräknas minska från 4 TWh idag till ca. 3 TWh år 2030 och ca. 2 TWh till 2040. Gaskapaciteten beräknas minska från 11 gigawatt idag till ca. 8 gigawatt till 2030 och ca. 4 gigawatt till 2040. Användningen av olja beräknas minska från 13 TWh idag till ca. 6 TWh år 2030 och ca. 2 TWh till 2040.

Som ett resultat av den beräknade utvecklingen skulle beredskapslagren av olja enligt gällande regler minska från ca. 1,9 TWh idag till ca. 1,3 TWh år 2030 och till ca. 0,8 TWh år 2040. Beredskapslagren av gas skulle minska från ca. 5,5 TWh idag till ca. 2,4 TWh år 2030 och till ca. 0,7 TWh år 2040. Nödlagren för gas skulle till stor del vara olja på grund av att olja är tekniskt bättre lämpad för lagring.

För närvarande säkerställer nödförsörjningsmetoderna till stor del tillgången på importerade fossila bränslen i händelse av kriser och störningar. Eftersom användningen av importerade fossila bränslen inom energiproduktion, inklusive olja och naturgas, minskar, kan det bli nödvändigt att överväga en ändring av planeringsprinciperna för energiproduktionsrelaterad nödförsörjning. Medan bränsleanvändningen alltmer fokuseras på förnybara bränslen, bör man överväga en utökning av nödförrådslagringen till att omfatta även importerade förnybara bränslen. I det här fallet kan nödförsörjningen dock vara mer kostnadseffektiv att genomföra genom att lagra olja som används i reservanläggningar, eftersom de förnybara bränslena ofta är mindre lagringsbara jämfört med fossil olja.



Nödförsörjningen för inhemska bränslen bör också utvecklas eftersom användningen av inhemsk torvförbrukning, som är lätt att lagra, minskar snabbt. Fokus bör ligga på att säkerställa leverantörskedjornas funktion även vid kriser och störningar, och med största sannolikhet även att bedöma behovet av lagringsbehov för att komplettera leverantörskedjans förberedelser. Denna lagring skulle i många fall kunna vara mer kostnadseffektiv att implementera som oljelagring. För att säkerställa försörjningstryggheten inom elsektorn bör dessutom behovet av reservkapacitet och behovet av dess faktiska användning bedömas, med hänsyn till den uppskattade tillväxten i efterfrågan på el och förändringarna i produktionsflottan. Speciellt olja och gas skulle vara möjliga bränslen för denna kapacitet, men även väte kan vara en möjlighet i framtiden.

Även om beredskapslagret för olja och gas inom energiproduktionen, baserat på nuvarande nödförsörjningspraxis, skulle minska baserat på den uppskattade bränsleanvändningsutvecklingen, kan behovet av framför allt oljelagring faktiskt öka, om olja skulle lagras för nödförsörjningsändamål även för annan produktionsteknik. Utöver bränslelagring bör i framtiden även logistiken i allt högre grad beaktas vid beredskapsplaneringen. Om olja inte används under normala förhållanden bör reglering övervägas för att trygga logistiken för att säkerställa oljans tillräcklighet vid kriser och störningar. Förekomsten av gasnät är väsentligt ur nödförsörjningssynpunkt.



## KUVAT JA TAULUKOT

KUVA 1 – ALUEJAKO TYÖN RAPORTOINNISSA	12
KUVA 2 – ÖLJYN JA MAAKAASUN KULUTUS SÄHKÖN- JA LÄMMÖNTUOTANNOSSA VUONNA 2019 JA SITÄ VASTAAVA VARASTOINTITARVE VUONNA 2020	17
KUVA 3 – LÄMMÖN KYSYNNÄN KATTAMINEN ERI TUOTANTOMUODOILLA KAUKOLÄMMÖSSÄ PERIAATEKUVA	18
KUVA 4 – NYKYINEN ÖLJYÄ JA KAASUA PÄÄPOLTTOAINEENA KÄYTTÄVÄ LAITOSKAPASITEETTI KÄYTTÖKOHEITTAIN	19
KUVA 5 – NYKYINEN ÖLJYÄ JA KAASUA PÄÄPOLTTOAINEENA KÄYTTÄVÄ LAITOSKAPASITEETTI KATTILOIDEN KOKOLUOKITTAIN	20
KUVA 6 – NYKYISEN ÖLJYÄ JA KAASUA PÄÄPOLTTOAINEENA KÄYTTÄVÄN LAITOSKAPASITEETIN MAANTIETEELLINEN SJOITTUMINEN	20
KUVA 7 – ÖLJYN JA MAAKAASUN POLTTOAINEKÄYTTÖ KÄYTTÖKOHEITTAIN VUONNA 2019	22
KUVA 8 – ÖLJYN JA MAAKAASUN POLTTOAINEKÄYTTÖ MAANTIETEELLISELLÄ JAOLLA VUONNA 2019	22
KUVA 9 – SÄHKÖN JA LÄMMÖN TUOTANNON POLTTOAINEET KOKONAISUUDESSAAN JA LÄMMITYSTARVELUKU 2000-2019	23
KUVA 10 – NYKYISEN ÖLJYÄ PÄÄPOLTTOAINEENA KÄYTTÄVÄN LAITOSKAPASITEETIN RAKENTAMISAJANKOHDAN MUKAINEN IKÄJAKAUMA	24
KUVA 11 – NYKYISEN KAASUA PÄÄPOLTTOAINEENA KÄYTTÄVÄN LAITOSKAPASITEETIN RAKENTAMISAJANKOHDAN MUKAINEN IKÄJAKAUMA	24
KUVA 12 – KAUKOLÄMMÖN JA SIIHEN LIITTYVÄN YHTEISTUOTANTOSÄHKÖN TUOTANNON PÄÄSTÖT NYKYÄÄN JA ARVIOITU KEHITYS	30
KUVA 13 – KEMIANTEOLLISUUDEN JA METSÄTEOLLISUUDEN ALOJEN PÄÄSTÖVÄHENNYSTAVOITTEET	31
KUVA 14 – OLEMASSA OLEVIERN MAAKAASUA KÄYTTÄVIEN JA UUSIEN KORVAAVIEN LAITOSTEN LÄMMÖNTUOTANTOKUSTANNUKSET	32
KUVA 15 – UUDEN HUIPPUTUOTANNON LÄMMÖN KOKONAISTUOTANTOKUSTANNUKSET HUIPPUKÄYTTÖAJAN FUNKTIONA	34
KUVA 16 – ESIMERKKI KUSTANNUSPERUSTEISESTA ÖLJYN JA MAAKAASUN HUIPPUTUOTANTOKÄYTTÖSTÄ	34
KUVA 17 – ESIMERKKI LÄMMÖN VARASTOINNIN VAIKUTUKSESTA HUIPPU- JA VARATUOTANNON TARPEESEEN	35
KUVA 18 – ARVIO ÖLJYÄ JA KAASUA PÄÄPOLTTOAINEENA KÄYTTÄVÄSTÄ LAITOSKAPASITEETISTA VUONNA 2030 JA 2040 KÄYTTÖKOHEITTAIN	38
KUVA 19 – ARVIO ÖLJYÄ JA KAASUA PÄÄPOLTTOAINEENA KÄYTTÄVÄSTÄ LAITOSKAPASITEETISTA VUONNA 2030 JA 2040 MAANTIETEELLISESTI	38
KUVA 20 – ARVIO ÖLJYN JA KAASUN POLTTOAINEKÄYTTÖSTÄ VUONNA 2030 JA 2040 KÄYTTÖKOHEITTAIN	39
KUVA 21 – ARVIO ÖLJYN JA KAASUN POLTTOAINEKÄYTTÖSTÄ VUONNA 2030 JA 2040 MAANTIETEELLISESTI	40
KUVA 22 – ARVIO ÖLJYN JA KAASUN UUSIUTUVISTA JAKEISTA ENERGIANTUOTANNON POLTTOAINEKÄYTTÖSSÄ VUONNA 2030 JA 2040	40
KUVA 23 – ÖLJYN JA KAASUN KULUTUS SÄHKÖN JA LÄMMÖN TUOTANNOSSA 2019, 2030 JA 2040 JA SITÄ VASTAAVA VARASTOINTITARVE	41
TAULUKKO 1 – VARASTOINTIVELVOITE ÖLJYLLE JA MAAKAASULLE	
TAULUKKO 2 – LÄMMÖN JA SÄHKÖN TUOTANTORAKENTEEN MUUTOSTEKIJÄT	
TAULUKKO 3 – HUOLTOVARMUUSPERIAATTEITA JA SUOSITUKSIA ÖLJYN JA KAASUN VARASTOINNIN KANNALTA	



## FIGURES AND TABLES

FIGURE 1 – REGIONAL DIVISION IN REPORTING	12
FIGURE 2 – CONSUMPTION OF OIL AND GAS IN ELECTRICITY AND HEAT PRODUCTION IN 2019 AND THE RESPECTIVE STORING NEED IN 2020	17
FIGURE 3 – ILLUSTRATION OF COVERING OF HEAT DEMAND WITH DIFFERENT PRODUCTION TECHNOLOGIES IN DISTRICT HEATING	18
FIGURE 4 – CURRENT OIL AND GAS CAPACITY BY TYPE OF USE	19
FIGURE 5 – CURRENT OIL AND GAS CAPACITY BY BOILER SIZE	20
FIGURE 6 – CURRENT OIL AND GAS CAPACITY BY GEOGRAPHICAL LOCATION	20
FIGURE 7 – OIL AND GAS CONSUMPTION BY TYPE OF USE IN 2019	22
FIGURE 8 – OIL AND GAS CONSUMPTION BY GEOGRAPHICAL LOCATION IN 2019	22
FIGURE 9 – FUELS IN ELECTRICITY AND HEAT PRODUCTION AND HEATING DEGREE DAYS IN 2000-2019	23
FIGURE 10 – AGE DISTRIBUTION OF THE CURRENT OIL USING CAPACITY	24
FIGURE 11 – AGE DISTRIBUTION OF THE CURRENT GAS USING CAPACITY	24
FIGURE 12 – EMISSIONS OF DISTRICT HEATING AND THE ELECTRICITY PRODUCED IN DISTRICT HEATING CURRENTLY AND THE ESTIMATED DEVELOPMENT	30
FIGURE 13 – EMISSION REDUCTION TARGETS OF CHEMICAL AND FORESTRY INDUSTRIES	31
FIGURE 14 – HEAT PRODUCTION COSTS OF EXISTING GAS CAPACITY AND NEW REPLACING CAPACITY	32
FIGURE 15 – TOTAL HEAT PRODUCTION COSTS OF NEW PEAK LOAD PRODUCTION PLANTS AS A FUNCTION OF FULL LOAD HOURS	34
FIGURE 16 – AN EXAPMLE OF COST BASED OIL AND GAS USE AS PEAK LOAD PRODUCTION	34
FIGURE 17 – AN EXAPMLE OF HEAT STORAGE IMPACT ON PEAK AND RESERVE PRODUCTION NEED	35
FIGURE 18 – AN ESTIMATE OF OIL AND GAS CAPACITY IN 2030 AND 2040 BY TYPE OF USE	38
FIGURE 19 – AN ESTIMATE OF OIL AND GAS CAPACITY IN 2030 AND 2040 BY GEOGRAPHICAL LOCATION	38
FIGURE 20 – AN ESTIMATE OF OIL AND GAS CONSUMPTION IN 2030 AND 2040 BY TYPE OF USE	39
FIGURE 21 – AN ESTIMATE OF OIL AND GAS CONSUMPTION IN 2030 AND 2040 BY GEOGRPAHICAL LOCATION	40
FIGURE 22 – AN ESTIMATE OF RENEWABLE FRACTIONS OF OIL AND GAS IN ENERGY PRODUCTION USE IN 2030 AND 2040	40
FIGURE 23 – OIL AND GAS CONSUMPTION IN ELECTRICITY AND HEAT PRODUVTION IN 2019, 2030, AND 2040 AND THE RESPECTIVE STORING NEED	41
TABLE 1 – OBLIGATORY STORAGE OF OIL AND GAS	
TABLE 2 – CHANGE DRIVERS IN HEAT AND ELECTRICITY PRODUCTION STRUCTURE	
TABLE 3 – EMERGENCY SUPPLY PRINCIPLES AND RECOMMENDATIONS RELATED TO OIL AND GAS STORING	



## FIGURER OCH TABELLER

FIGUR 1 – REGIONAL INDELNING I RAPPORTERING	12
FIGUR 2 – FÖRBRUKNING AV OLJA OCH GAS VID EL- OCH VÄRMEPRODUKTION 2019 OCH RESPEKTIV LAGRINGSBEHOV 2020	17
FIGUR 3 – ILLUSTRATION AV TÄCKNING AV VÄRMEBEHOV MED OLIKA PRODUKTIONSTEKNIKER INOM FJÄRRVÄRME	18
FIGUR 4 – AKTUELL OLJE- OCH GASKAPACITET PER TYP AV ANVÄNDNING	19
FIGUR 5 – AKTUELL OLJE- OCH GASKAPACITET EFTER PANNA STORLEK	20
FIGUR 6 – AKTUELL OLJE- OCH GASKAPACITET PER GEOGRAFISK REGION	20
FIGUR 7 – OLJE- OCH GASFÖRBRUKNING PER TYP AV ANVÄNDNING 2019	22
FIGUR 8 – OLJE- OCH GASFÖRBRUKNING PER GEOGRAFISK REGION 2019	22
FIGUR 9 – BRÄNSLEN I EL- OCH VÄRMEPRODUKTION OCH VÄRMEGRADDAGAR 2000-2019	23
FIGUR 10 – ÅLDERSFÖRDELNING FÖR NUVARANDE OLJA MED KAPACITET	24
FIGUR 11 – ÅLDERSFÖRDELNING FÖR NUVARANDE GAS MED KAPACITET	24
FIGUR 12 – UTSLÄPP AV FJÄRRVÄRME OCH EL PRODUCERAD VID FJÄRRVÄRME FÖR NUVARANDE OCH BERÄKNAD UTVECKLING	30
FIGUR 13 – MÅL FÖR UTSLÄPPSAVDRAG FÖR KEMISK OCH SKOGS INDUSTRI	31
FIGUR 14 – VÄRMEPRODUKTIONSKOSTNADER FÖR EXISTERANDE GASKAPACITET OCH NY ERSÄTTNINGSKAPACITET	32
FIGUR 15 – TOTALA VÄRMEPRODUKTIONSKOSTNADER FÖR NYA TAPPLASTPRODUKTIONSANLÄGGNING SOM EN FUNKTION AV FULLASTTIMMAR	34
FIGUR 16 – ETT EXEMPEL PÅ KOSTNADSBASERAD OLJA- OCH GASANVÄNDNING SOM TOPPLAST PRODUKTION	34
FIGUR 17 – ETT EXEMPEL PÅ VÄRMELAGRINGS PÅVERKAN PÅ TOPPLAST OCH RESERVPRODUKTIONSBEHOV	35
FIGUR 18 – EN UPPSKATTNING AV OLJE- OCH GASKAPACITET 2030 OCH 2040 PER TYP AV ANVÄNDNING	38
FIGUR 19 – EN UPPSKATTNING AV OLJE- OCH GASKAPACITET 2030 OCH 2040 PER GEOGRAFISK REGION	38
FIGUR 20 – EN UPPSKATTNING AV OLJE- OCH GASFÖRBRUKNING 2030 OCH 2040 PER TYP AV ANVÄNDNING	39
FIGUR 21 – EN UPPSKATTNING AV OLJE- OCH GASFÖRBRUKNINGEN 2030 OCH 2040 PER GEOGRAFISK REGION	40
FIGUR 22 – EN UPPSKATTNING AV FÖRNYBARA FRAKTIONER AV OLJA OCH GAS I ENERGIPRODUKTIONENS ANVÄNDNING 2030 OCH 2040	40
FIGUR 23 – OLJE- OCH GASFÖRBRUKNING I EL- OCH VÄRMEPRODUKTION 2019, 2030 OCH 2040 OCH RESPEKTIVA LAGRINGSBEHOV	41
TABELL 1 – OBLIGATORISK LAGRING AV OLJA OCH GAS	
TABELL 2 – DRIVERS I VÄRME- OCH ELPRODUKTIONSSTRUKTUR	
TABELL 3 – PRINCIPER OCH REKOMMENDATIONER FÖR FÖRSÖRJNING RELATERADE TILL LAGRING AV OLJA OCH GAS	



## 1. JOHDANTO

### 1.1 Työn tausta ja tavoite

Energiasektori on voimakkaassa muutoksessa, jossa fossiilisista polttoaineista pyritään eroon. Fossiilisten tuontipolttoaineiden käyttö energiantuotannossa onkin ollut laskussa. Huoltovarmuuskeskus, Öljypooli ja Maakaasujaosto ovat halunneet selvittää öljyn ja kaasun käytön muutoksia energiantuotannossa, polttoaineiden varastointitarpeiden muutosta tulevaisuudessa ja sen vaikutusta huoltovarmuuden suunnitteluun. Aiemmin kesäkuussa 2021 on tarkasteltu vastaavasti tarvittavia muutoksia liikennepolttoaineissa.

Tässä selvityksessä tarkastellaan öljytuotteiden ja kaasulaatujen polttoainekäyttöä sähkön- ja lämmöntuotannon vara-, huippu- ja perustuotannossa vuonna 2019 ja 2030 ja 2040. Vuosi 2019 on valittu edustamaan nykytilaa, sillä se on selvityksen tekoheikellä viimeisin tilastointivuosi. Selvitys sisältää nykyiset käyttökohteet ja arvion tulevista käyttökohteista Suomessa. Lisäksi selvityksessä on luotu arvio käyttökohteiden polttoaineiden laatumuutoksista.

Työssä on arvioitu varastoitavien polttoaineiden määrän muutostarpeita perustuen nykyiseen huoltovarmuuslainsäädäntöön sekä tehty tätä koskevat johtopäätökset ja suositukset. Lisäksi selvityksessä on arvioitu ja yksilöity tuloksiin liittyviä epävarmuuksia.

Selvitys perustuu olemassa oleviin poliittisesti sitoviin päätöksiin, toimijoiden ja teollisuudenalojen suunnitelmiin ja arvioihin, AFRYn arvioon energiantuotannon kehityssuunnasta perustuen aiempiin teknistaloudellisiin selvityksiin sekä työssä tehtyyn teknistaloudelliseen tarkasteluun.

Työn ohjausryhmä koostui seuraavista jäsenistä:

- Juha Vahlsten, Timo Vapalahti ja Heini Tirri-Kokkonen (Huoltovarmuuskeskus)
- Jouko Kinnunen (Kemianteollisuus)
- Jari Kostama (Energiateollisuus)
- Hannu Kauppinen (Suomen Kaasuyhdistys)
- Antti-Jussi Halminen (Tampereen Sähkölaitos)
- Ari Seppänen (Gasum)
- Heikki Hiros (North European Oil Trade)
- Arto Pahkin (Fingrid)

#### 1.1.1 Raportin rakenne

Tämä selvitys koostuu johdantoluvun lisäksi kolmesta öljyn ja kaasun käyttöä energiantuotannossa ja sitä koskevaa huoltovarmuusvarautumista käsittelevästä luvusta sekä johtopäätöksistä. Pääpaino selvityksessä on öljyn ja kaasun käytön kehityksessä. Johdantoluvun jälkeen luvussa 2 käydään läpi öljyn ja kaasun nykyinen laitoskapasiteetti ja sitä vastaava polttoainekulutus Suomessa. Arvio perustuu AFRYn voimalaitos- ja kattilatiekannan tietoihin. Lisäksi luvussa esitetään öljyn ja maakaasun käyttöä nykyisin koskevat huoltovarmuusvarastoinnin menettelyt.



Luvussa 3 kuvataan öljyn ja kaasun käytön kehitystä energiantuotannossa. Taustaksi kuvataan energiantuotannon tuotantorakenteen muutostekijöitä ja teollisuudenalojen tiekarttoja, vaihtoehtoisia energiantuotantomuotoja öljylle ja kaasulle sekä vaihtoehtoja polttoainevaihdokselle uusiutuviin öljyihin ja kaasuihin nykyisissä laitoksissa. Lopputuloksena esitetään arvio öljyn ja kaasun käytön kehityksestä vuosille 2030 ja 2040, sekä käyttöä vastaava varastointitarpeen kehitys nykyisten huoltovarmuuskäytäntöjen mukaisesti. Lisäksi kuvataan epävarmuuksia liittyen öljyn ja kaasun energiakäytön kehitykseen.

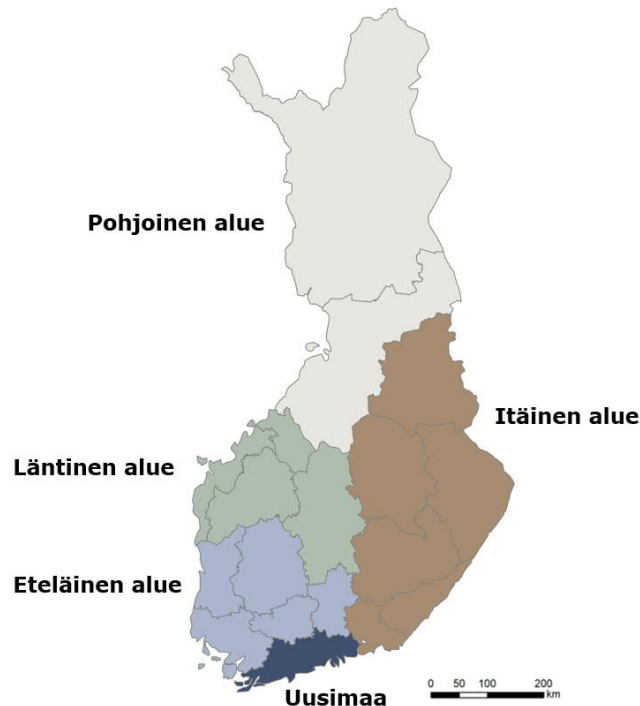
Luvussa 4 kuvataan öljyn ja kaasun käytön kehityksen arvioituja vaikutuksia huoltovarmuuteen ja varmuusvarastoihin. Lopuksi esitetään johtopäätökset työn tuloksista.

Työn tulosten raportoinnissa on käytetty aluejakoa, jossa Suomi on jaettu viiteen alueeseen: pohjoinen alue, läntinen alue, itäinen alue, eteläinen alue ja Uusimaa. Alueiden sisältämät maakunnat ovat:

- Pohjoinen alue: Lappi ja Pohjois-Pohjanmaa
- Läntinen alue: Keski-Pohjanmaa, Pohjanmaa, Etelä-Pohjanmaa ja Keski-Suomi
- Itäinen alue: Kainuu, Pohjois-Savo, Pohjois-Karjala, Etelä-Savo, Etelä-Karjala ja Kymenlaakso
- Eteläinen alue: Pirkanmaa, Satakunta, Varsinais-Suomi, Kanta-Häme ja Päijät-Häme
- Uusimaa: Uusimaa

Aluejako kartalla on esitetty alla (Kuva 1).

Kuva 1 – Aluejako työn raportoinnissa







## 1.2 Lähteet

Jollei toisin ole ilmaistu, kaikkien taulukkojen, kuvien ja kaavioiden lähde on AFRY Management Consulting.

## 1.3 Lyhenteet

Alempi lämpöarvo tässä työssä käytetty polttoaineen lämpöarvo sekä öljylle että kaasulle

CBG Compressed Biogas, paineistettu biokaasu

CCGT Combined Cycle Gas Turbine, kombivoimalaitos

CHP Combined Heat and Power, yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto

CNG Compressed Natural Gas, paineistettu maakaasu

CO<sub>2</sub> hiilidioksidi

HOB Heat Only Boiler, lämmön erillistuotanto

Huoltovarmuusvarasto raportissa käytetty yleistermi sekä velvoite- että varmuusvarastoille

LBG Liquefied Biogas, nesteytetty biokaasu

LNG Liquefied Natural Gas, nesteytetty maakaasu

MtCO<sub>2</sub> megatonnia hiilidioksidia

GW<sub>pa</sub> gigawatti polttoainetehoa, tässä työssä kaikille polttoaineille alempi lämpöarvo

TWh<sub>pa</sub> terawattituntia polttoainetta, tässä työssä kaikille polttoaineille alempi lämpöarvo

TWh terawattitunti

Varavoima nopean häiriöreservin varavoimalaitokset sähkön tuotannossa

Ylempi lämpöarvo nykyisin kaasuverkon piirissä käytetty lämpöarvo, mutta ei käytössä tässä työssä, sillä alemmaa lämpöarvoa on perinteisesti käytetty kaikille polttoaineille huoltovarmuuden kontekstissa. Kaasun osalta ylempi lämpöarvo saadaan laskettua alemmasta lämpöarvosta kertomalla kaasun energiamäärä kertoimella 1,1088



## 2. ÖLJYN JA KAASUN KÄYTTÖ JA LAI TOSKAPASITEETTI ENERGIANTUOTANNOSSA NYKYISIN

Öljytuotteita ja maakaasua käytetään energiantuotannossa polttoaineena kaukolämpö- ja teollisuussektorin sähkön- ja lämmöntuotantolaitoksissa. Lisäksi kapasiteettia on jonkin verran sähköntuotannon varavoimalaitoksissa. Tätä polttoainekäyttöä varten on olemassa huoltovarmuusmenettelyitä.

### 2.1 Öljy ja maakaasu huoltovarmuuden näkökulmasta nykyisin

Öljytuotteet ja maakaasu ovat olleet merkittävässä roolissa Suomen energian loppukulutuksessa, ja näin ollen näille polttoaineille on laadittu huoltovarmuuskäytäntöjä erilaisia häiriö- ja poikkeusolotilanteita varten. Koska öljy ja maakaasu ovat tuontipolttoaineita, niihin liittyvä huoltovarmuusvarautuminen on ollut erityisen tärkeässä roolissa.

#### 2.1.1 Huoltovarmuuden määritelmä ja sitä ohjaava lainsäädäntö

Huoltovarmuudella tarkoitetaan kykyä sellaisten yhteiskunnan taloudellisten perustoimintojen ylläpitämiseen, jotka ovat välttämättömiä väestön elinmahdollisuuksien, maan talouselämän, yhteiskunnan toimivuuden ja turvallisuuden sekä maanpuolustuksen materiaalien edellytysten turvaamiseksi vakavissa häiriöissä ja poikkeusoloissa.<sup>1</sup> Valtioneuvosto antaa noin viiden vuoden välein päätöksen huoltovarmuuden tavoitteista. Viimeisin päätös on annettu 5.12.2018 (1048/2018).

Energiahuoltovarmuutta ylläpidetään tällä hetkellä perustuen määräyksiin ja erityislakeihin, joista keskeisimpiä ovat:

- Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista (1048/2018)
- Tuontipolttoaineiden velvoitevarastointi (1070/1994)
- Valtion varmuusvarastointi (1390/1992)
- Turpeen turvavarastointi (321/2007)
- EU:n maakaasun toimitusvarmuusasetus (2017/1938)
- EU:n direktiivi (2009/119/EY) raakaöljyn ja/tai öljytuotteiden vähimmäisvaraston ylläpitämiseksi
- Polttoainehuollon turvaamiseksi tehdyt kansainväliset sopimusjärjestelyt (IEP, IEA, EU)
- Sähkömarkkinalakiin (588/2013) ja maakaasumarkkinalakiin (587/2017) liittyvät energiahuolto-ohjaavia ja sääteleviä huoltovarmuusvelvoitteita<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/tietoa-huoltovarmuudesta/huoltovarmuus-suomessa>

<sup>2</sup> <https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/toimialat/energiahuolto/toimintaa-ohjaavat-lait>





## 2.1.2 Öljyn ja maakaasun velvoite- ja varmuusvarastointi nykyisin

Polttoaineiden saatavuuden turvaamiseksi tuontipolttoaineille on määrätty velvoite- ja varmuusvarastointia laissa. Velvoitevarastoinnista vastaa siitä vastuullisiksi määrätty alan toimijat, ja valtion varmuusvarastoinnista Huoltovarmuuskeskus.

Tuontipolttoaineiden velvoitevarastoinnista vastaa varastoitavan polttoaineen mukaan maahantuojaja ja/tai energiantuotantolaitos/polttoaineen jälleenmyyjä. Velvoitteen mitoitusperusteena on edeltävän kalenterivuoden tuontiin/hankintaan perustuva keskimääräinen kuukausituonti/-hankinta. Tuonti/-hankintamäärästä vähennetään velvoitetta vahvistaessa se polttoainemäärä, joka on viety maasta, toimitettu valtion varmuusvarastoihin, myyty toiselle varastointivelvolliselle toimijalle, käytetty teolliseen tuotantoon tai myyty käytettäväksi teolliseen tuotantoon. Polttoaineen mukaan velvoitevaraston tulee vastata kahden tai kolmen kuukauden keskimääräistä tuontia/hankintaa. Velvoitevarastointi öljyn ja maakaasun osalta on kuvattu alla (Taulukko 1).

Taulukko 1 – Varastointivelvoite öljylle ja maakaasulle

Polttoaine	Varastointivelvoite
Maakaasu 	Maahantuojaja*, energiantuotantolaitos tai jälleenmyyjä:  3 kuukautta  Varastointivelvoitteesta vähennetään määrät, jotka on viety maasta, toimitettu valtion varmuusvarastoihin, myyty toiselle varastointivelvolliselle, käytetty teolliseen tuotantoon tai myyty käytettäväksi teolliseen tuotantoon. Tämä pätee myös muille polttoaineille kuin maakaasulle  Velvoite voidaan erityisluvalla toteuttaa korvaavana polttoaineena (erityisesti polttoöljynä) tai muulla vastaavan huoltovarmuuden turvaavalla järjestelyllä  Huoltovarmuuskeskus voi määrätä varaston sijoitettavaksi Suomeen tai huoltovarmuustilanteen niin salliessa sellaiseen muuhun maahan, jonka kanssa Suomella on sopimus yhteistyöstä huoltovarmuuden alalla  Ei velvoitetta, jos hankintamäärä on alle 15 Mm <sup>3</sup> (n. 150 GWh)*
Öljy 	Maahantuojaja:  2 kuukautta  Varastointivelvoitteesta enintään 30 % voi sijaita muualla ETA alueella  Ei velvoitetta polttoöljyn varastointiin, jos hankintamäärä alle 20 000 tonnia (n. 200 GWh)

(Laki tuontipolttoaineiden velvoitevarastoinnista, 1070/1994), (Asetus tuontipolttoaineiden velvoitevarastoinnista, 1071/1994)

\*Velvoite poistuu maahantuojalta 1.1.2022 mikäli lakimuutos tulee voimaan. Lisäksi varastointivelvoitetta



---

koskeva alaraja poistuisi. Lakimuutoksen tarkoituksena on mukauttaa maakaasun varastointivelvoitetta koskeva sääntely kaasumarkkinoiden kilpailulle avautumiseen.<sup>3</sup>

---

Tuontiin perustuvan energian saantihäiriön varalta ja kansainvälisten sopimusvelvoitteiden täyttämiseksi valtion varmuusvarastoissa pidetään velvoitevarastojen lisäksi tuontipolttoaineita siten, että maassa on käytettävissä keskimäärin viiden kuukauden normaalikulutusta vastaavat tuontipolttoainevarastot. (Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista, 1048/2018)

Tuontipolttoaineiden varmuusvarastojen ylläpitämisestä ja hoitamisesta vastaa Huoltovarmuuskeskus, ja niiden mahdollisesta käytöstä tai purkamisesta päättää valtioneuvosto. Varastojen ylläpito rahoitetaan energiahyödykkeistä maksettavalla huoltovarmuusmaksulla. Varmuusvarastoja voidaan pääsääntöisesti ottaa käyttöön valmiuslain mukaisissa kriisitilanteissa tai IEP-sopimukseen ja EU:n toimivaltaan perustuen. Valmiuslain mukaisilla kriisitilanteilla tarkoitetaan esimerkiksi sotaa tai sen jälkitilaa, aseellista hyökkäystä Suomeen tai sen uhkaa, väestön toimeentuloon tai maan talouselämän perusteisiin kohdistuvaa erityisen vakavaa tapahtumaa tai uhkaa, erityisen vakavaa suuronnettomuutta ja sen välitöntä jälkitilaa sekä hyvin laajalle levinnyttä vaarallista tartuntatautia, joka vastaa vaikutuksiltaan erityisen vakavaa suuronnettomuutta. (Valmiuslaki, 1552/2011)

Suomessa ei ole pitkäaikaisia maakaasuvarastoja, vaikka kaasuverkko toimiikin pienenä kaasuvaramona. Siten maakaasun suurien määrien varastointi ei teknisesti onnistu. Tämän takia varastointivelvollisuus toteutetaan usein erityisluvalla korvaavalla polttoaineella, käytännössä usein kevyenä tai raskaana polttoöljynä.<sup>4</sup> Raakaöljyn ja öljytuotteiden osalta Suomella on käytössä hyvät öljynvarastointimahdollisuudet, jotka ovat helposti logistisesti saavutettavissa ja niiden käyttökulut ovat alhaiset. Öljyn kannalta kriittistä on tuonnin jatkuva toiminta. Huoltovarmuuskeskus ja Ilmarinen omistavat yhteensä neljä öljytankkeria, joiden avulla turvataan öljykuljetukset Suomeen myös häiriötilanteiden aikana, kunhan meriliikenne Itämerellä toimii.<sup>5</sup>

Polttoainekäytön perusteella laskettuna vuonna 2020 sähkön- ja lämmöntuotantoa varten öljyn huoltovarmuusvarastoja olisi ollut yhteensä 1,9 TWh ja maakaasun 5,5 TWh. Määrät vastaavat vuoden 2019 lämmön- ja sähköntuotannon polttoainekäytön velvoittavaa määrää. Sähkön- ja lämmöntuotannon polttoaineiden lisäksi velvoite- ja varmuusvarastointia pidetään yllä kaikelle muulle kuin teollisuuden suora- tai raakaainekäyttöön menevälle polttoainekäytölle, mukaan lukien liikenne ja rakennusten erillislämmitys. Öljyn osalta valtaosa huoltovarmuusvarastoinnin tarpeesta tulee liikennesektorilta. Maakaasun osalta energiantuotannon ulkopuolinen varastoinnin tarve on pienempää. Öljyn ja maakaasun kulutus sähkön- ja lämmöntuotannossa 2019 ja sitä vastaava varastointitarve vuonna 2020 on esitetty alla (Kuva 2).

---

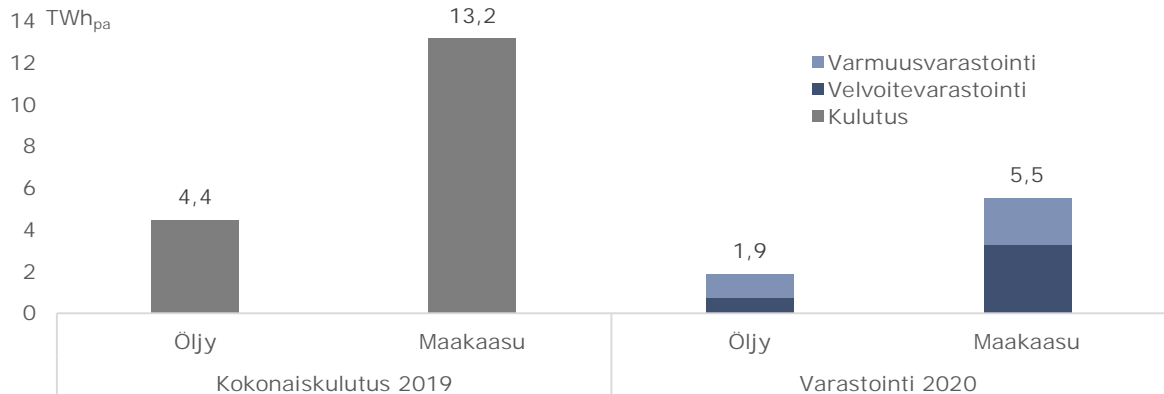
<sup>3</sup> Eduskunta. Hallituksen esitys HE 158/2021 vp

<sup>4</sup> Pöyry, 2017. Energia, huoltovarmuus ja geopoliittiset siirtymät

<sup>5</sup> Pöyry, 2017. Energia, huoltovarmuus ja geopoliittiset siirtymät



Kuva 2 – Öljyn ja maakaasun kulutus sähkön- ja lämmöntuotannossa vuonna 2019 ja sitä vastaava varastointitarve vuonna 2020



Datalähde: tilastokeskus 3.4.2

Huom.: maakaasun varastointi toteutetaan usein korvaavalla polttoaineella, useimmiten kevyenä polttoöljynä

Öljytuotteiden ja maakaasun lisäksi velvoitevarastointi koskee myös kivihiltä käyttävää laitosta ja kivihillen maahantuojaa. Kivihiltä on myös tuontipolttoaineena varmuusvarastoitu. Turpeella ei ole samalla tavalla velvoite- varmuusvarastointia kuin tuontipolttoaineilla, mutta turpeelle voidaan ylläpitää turvavarastoja lain 321/2017 mukaan. Turpeen turvavarastoinnin pääasiallisena tavoitteena on vähentää turvetuotannon sääriskiä. Tavoitteena on noin puolen vuoden käyttöä vastaavat turvevarastot turvetuotantokauden alkaessa. (Laki polttoturpeen turvavarastoista, 321/2007, Asetus polttoturpeen turvavarastoista 487/2007). Puu- ja biopolttoaineille ei ole varastointivelvoitetta. Tavoitteena on, että energia-alan toimijat ottavat huomioon riittävän energiansaannin poikkeustilanteissa, ml. tuotantolaitoksille sijoitettavat polttoaineivarastot. Näin ollen varastointivelvoitetta ei ole myöskään mahdollisesti fossiilista öljyä ja kaasua suoraan korvaavilla biokäynteillä, eli bioöljyillä tai biokaasuilla.

Vaikka kaikki energiayhtiöt eivät polttoainekäyttönsä perusteella kuulukaan varastointivelvoitteen piiriin, laativat ne toimitusvarmuuden turvaamiseksi vapaaehtoisia varautumissuunnitelmia sekä osallistuvat muuhun varautumis- ja valmiussuunnittelua edistävään toimintaan Huoltovarmuusorganisaation koordinoimana. Alan toimijat ottavat varautumissuunnitelmissaan huomioon vakavien häiriötilanteiden ja poikkeusolojen varalta riittävän energiansaannin, mukaan lukien tuotantolaitoksille sijoitettavat polttoaineivarastot, sekä varautuvat sähkönjakelun katkoksiin.

## 2.2 Yleiskuvaus energiantuotannon kapasiteetin tarpeesta

Sähkön- ja lämmöntuotannossa merkittävin tuotantomäärä ja siten myös polttoainekulutus on perustuotannossa. Huippu- ja varatuotannossa polttoainetta käytetään huomattavasti vähemmän, mutta kapasiteettia tarvitaan enemmän kuin perustuotantokapasiteettia. Erityisesti lämmöntuotannossa huippu- ja varatuotantoon käytettävän kapasiteetin tulee riittää kattamaan lämmön kysyntä myös huippukysynnän aikaan sellaisessa tilanteessa, jossa perustuotantoa on esimerkiksi vikaantumisen vuoksi poissa käytöstä.

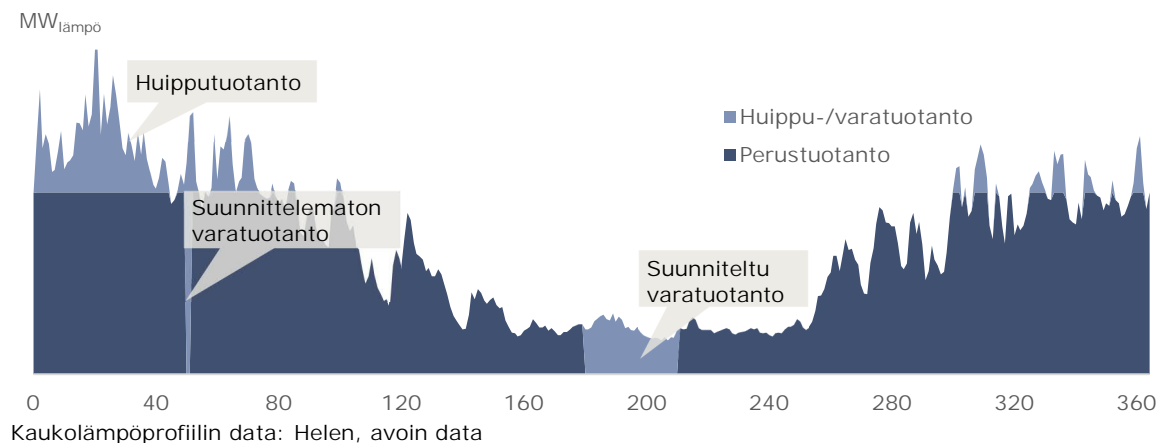
Perustuotannon kannattavuus perustuu alhaisiin muuttuviin tuotantokustannuksiin. Toisaalta kapasiteetti on investointikustannuksiltaan kallista, eikä sitä kannata rakentaa siten, että sillä voitaisiin tuottaa viimeisetkin energiantarpeet huippukysynnän aikaan. Huippu- ja varatuotannon muuttuvat tuotantokustannukset voivat olla kalliimmat, koska kapasiteetilla joudutaan tuottamaan energiaa huomattavan vähän, ainoastaan huippukysynnän aikaan, sekä perustuotannon ollessa poissa käytöstä suunnitellusti tai suunnittelemattomasti. Koska kapasiteettia tarvitaan kuitenkin paljon suhteessa sillä tuotettuun energiaan, tulee huippu- ja varatuotannon olla investointikustannuksiltaan hyvin edullista.

Huippu- ja varatuotantokapasiteettia voidaan tarvita kolmessa erilaisessa tilanteessa:

- Huipputuotannossa kattamaan huippukysyntä yhdessä perustuotannon kanssa
- Varatuotannossa perustuotantolaitosten suunniteltujen huoltoseisokkien ja muiden suunniteltujen käyttökatojen ajalle. Suunnitellut käyttökätkot pyritään sijoittamaan alhaisen kysynnän ajalle, esimerkiksi kesäajalle kaukolämmön tuotannossa
- Varatuotannossa perustuotantolaitosten suunnittelemattomien tuotantokatojen varalle (esimerkiksi laitoksen vikaantuminen). Vikaantuminen voi sijoittua huippukysynnän ajalle, mikä määrittää huippu- ja varatuotannon kapasiteetin tarpeen käyttökohteessa

Kuvitteellisen kaukolämpöverkon kysynnän kattaminen eri tuotantomuodoilla on esitetty alla (Kuva 3). Teollisuuskohteissa kysynnän profiili voi olla erilainen, mutta tyypillisesti myös näissä kohteissa tuotantoa tarvitaan ajoittain enemmän, jolloin myös huipputuotannolle on tarvetta. Sähköjärjestelmän kysynnän kattaminen eri sähköntuotantomuodoilla on järjestelmän laajuuden vuoksi huomattavasti monimutkaisempi kokonaisuus, mutta periaate on pitkälti sama.

Kuva 3 – Lämmön kysynnän kattaminen eri tuotantomuodoilla kaukolämmössä periaatekuva



## 2.3 Nykyinen öljyä ja kaasua käyttävä kapasiteetti ja polttoainekäyttö energiantuotannossa

Nykyisin merkittävä määrä öljyä ja kaasua pääpolttoaineenaan käyttävästä kapasiteetista on kaukolämmöntuotannossa. Suurin osa kaukolämpösektorin öljyä ja



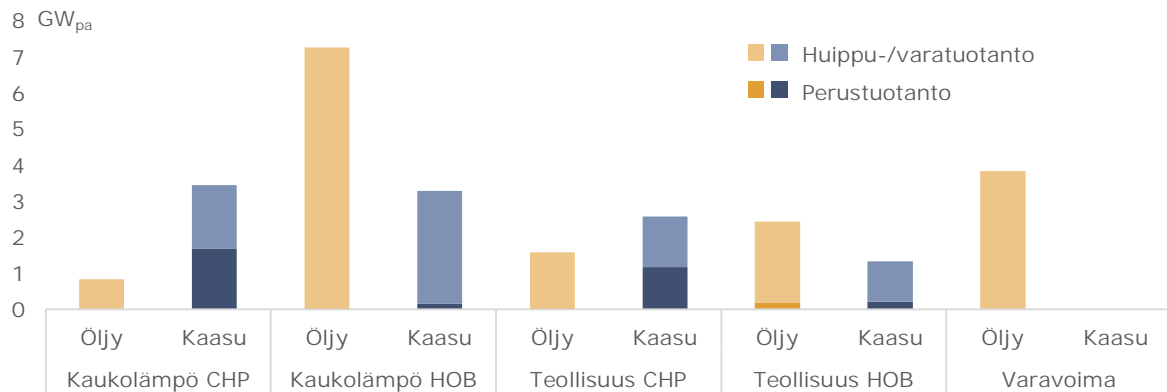
kaasua käyttävästä kapasiteetista tuottaa lämpöä erillistuotantona huippukysynnän aikaan, sekä tarvittaessa tarjoaa verkkoon varakapasiteettia, mikäli verkon perustuotantolaitokset syystä tai toisesta eivät olisi käytettävissä. Lisäksi kaukolämmöntuotannossa on jonkin verran kaasun perustuvaa yhteistuotantokapasiteettia, jolla tuotetaan usein myös perustuotantoa. Myös Fingridin tehoreservijärjestelmässä on ollut sähköteholtaan yhteensä 171 MW maakaasun perustuvaa kaukolämmön yhteistuotannon kapasiteettia (Kymijärvi KT ja Naistenlahti 1).

Teollisuudessa öljyä ja kaasua lämmön- ja sähköntuotantoon käyttävää kapasiteettia on jonkin verran kaukolämpösektoria vähemmän. Kapasiteettia voidaan käyttää sekä huippu-, vara- että perustuotantoon. Käytännössä perustuotantokapasiteettia on kuitenkin vähemmän, ja se koostuu lähes kokonaan kaasua käyttävästä yhteistuotannon kapasiteetista. Tässä työssä perustuotannoksi on luettu ne tuotantolaitokset, joiden huipunkäyttöaika on yli 2000 tuntia.

Sähköntuotannon nopean häiriöreservin varavoimailaitoksina on jonkin verran öljyä käyttäviä laitoksia. Öljyä tai kaasua käytetään lisäksi käynnistyspolttoaineena kaikissa kiinteän polttoaineen kattiloissa. Jättekattiloissa tai polttoaineen ollessa poikkeuksellisen märkää öljyä ja kaasua voidaan tarvita tukipolttoaineena.

Yhteensä öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävää kapasiteettia on noin 27 GW, josta noin 60 % käyttää polttoaineena öljyä ja noin 40 % kaasua. Noin 55 % kapasiteetista tuottaa lämpöä pääasiassa kaukolämmön tarpeisiin ja 30 % teollisuuden tarpeisiin. Jako kaukolämpösektorin ja teollisuussektorin laitoksiin on tehty sen mukaan, mitä lämpöä laitoksessa pääasiassa tuotetaan. Öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävä nykyinen laitoskapasiteetti käyttökohteittain on esitetty alla (Kuva 4).

Kuva 4 – Nykyinen öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävä laitoskapasiteetti käyttökohteittain

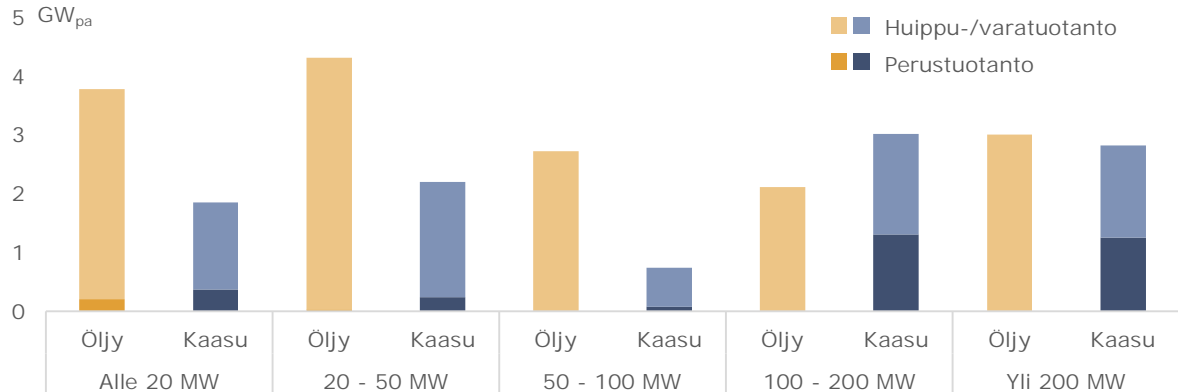


Huom.: Perustuotannon ja huippu-/varatuotannon rajana on käytetty huipunkäyttöaikaa 2000h HOB tarkoittaa lämmön erillistuotantoa

Öljyä pääpolttoaineenaan käyttävä kapasiteetti sijoittuu keskimäärin pienempiin kattiloihin kuin kaasua pääpolttoaineenaan käyttävä kapasiteetti. Öljyä käyttävästä kapasiteetista noin 40 % on teholtaan alle 50 MW. Kaasua käyttävästä kapasiteetista noin 65 % on teholtaan yli 100 MW. Lämmön ja sähkön perustuotanto kaasulla sijoittuu pääasiassa yli 200 MW:n kattiloihin. Yhteensä öljyä käyttäviä kattiloita on arviolta hieman yli 800 ja kaasua käyttäviä kattiloita hieman alle 400. Määrät eivät sisällä kaikkia alle 3 MW kattiloita. Öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävä laitoskapasiteetti kattiloiden kokoluokittain on esitetty alla (Kuva 5).



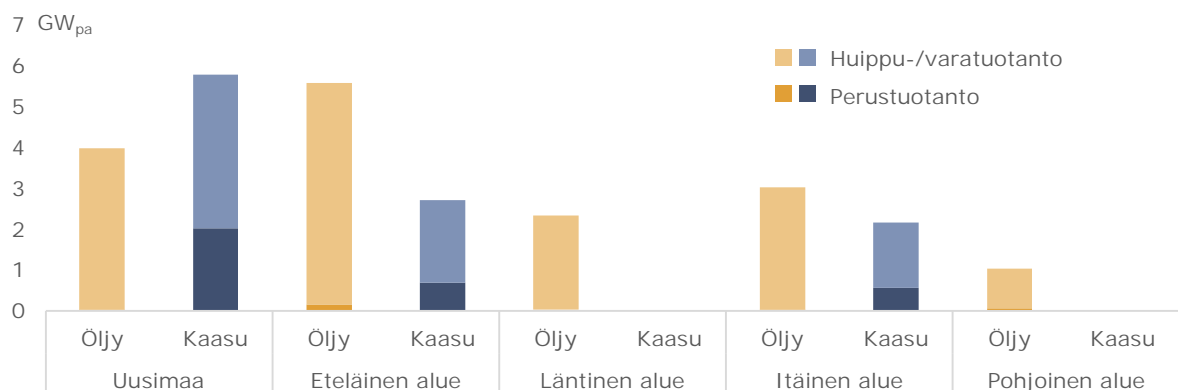
Kuva 5 – Nykyinen öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävä laitoskapasiteetti kattiloiden kokoluokittain



Maantieteellisesti erityisesti kaasua pääpolttoaineena käyttävä laitoskapasiteetti sijoittuu pääasiassa Uudellemaalle sekä muualle eteläiselle alueelle. Myös itäisellä alueella on jonkin verran kaasua käyttävää kapasiteettia. Kaasuverkko ei nykyisin yllä läntiseen tai pohjoiseen Suomeen, eikä näillä alueilla siten ole kaasuun perustuvaa energiantuotannon kapasiteettia. Kaasua voidaan käyttää myös kaasuverkon ulkopuolella rekoilla kuljetettuna nesteytettynä (LNG) tai paineistettuna (CNG), mutta tämä käyttö on kuitenkin hyvin vähäistä. Käyttö myös rajoittuu kustannussyistä lähinnä LNG-terminaalien läheisyyteen, joita sijaitsee nykyään Porissa, Torniossa ja Haminassa.

Myös öljyä pääpolttoaineena käyttävä kapasiteetti painottuu eteläiselle alueelle ja Uudellemaalle, mutta kapasiteettia on myös muualla Suomessa. Öljyn käytölle ei logistisesti ole vastaavia maantieteellisiä rajoitteita kuin maakaasulle. Öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävän laitoskapasiteetin maantieteellinen jakautuminen on esitetty alla (Kuva 6).

Kuva 6 – Nykyisen öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävän laitoskapasiteetin maantieteellinen sijoittuminen



Vaikka öljyä ja kaasua käyttävä kapasiteetti on pitkälti huippu- tai varatuotantokäytössä, niin merkittävin osa tarkasteltavasta polttoainekulutuksesta on maakaasun käyttöä kaukolämmön ja teollisuuden CHP perustuotannossa. Maakaasun kilpailukyky lämmön ja sähkön yhteistuotannossa on viime aikoina ollut Suomessa





melko heikko vaihtoehtoisin polttoaineisiin verrattuna, mikä on johtanut maakaasun käytön nopeaan vähenemiseen energiantuotannossa. Maakaasua käyttävillä kombivoimalaitoksilla (CCGT) on CHP-tuotannossa yleisesti korkea rakennusaste (sähkön suhde lämpöön), mutta viime vuosien alhaisen sähkön hinnan vuoksi tämä ei ole useinkaan tuonut kilpailuetua maakaasua käyttäville laitoksille muihin yhteistuotantolaitoksiin verrattuna. Toisaalta lämmityspolttoaineiden verotus on maakaasulle kivihiltä alhaisempi ja maakaasu saa hyötyä etenkin CHP-tuotannossa, minkä lisäksi maakaasu hyötyy kivihiltä alhaisemmasta päästökertoimestaan päästökaupassa.

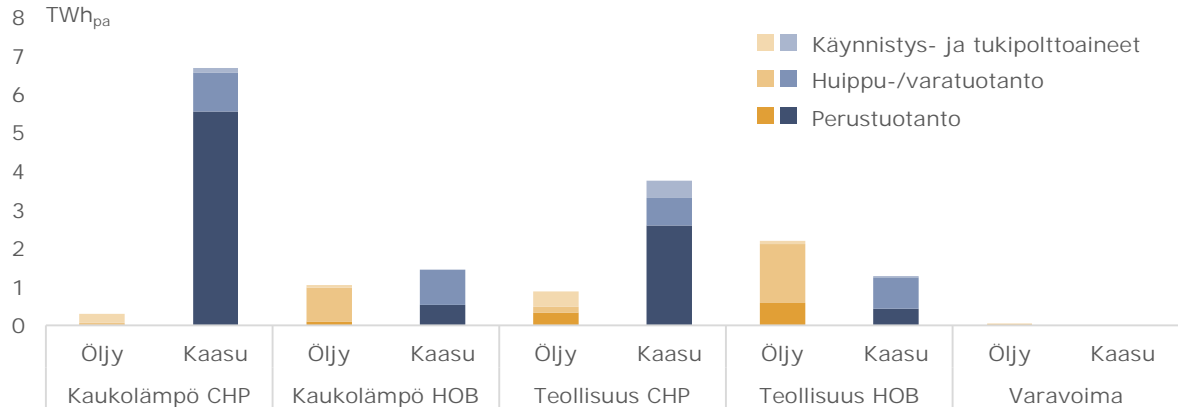
Öljyä pääpolttoaineenaan käyttävää huippu- ja varatuotantokapasiteettia käytetään huomattavan vähän. Suurin osa käytöstä keskittyy lämmön erillistuotantoon huippu- ja varatuotantona. Öljyn käyttö on painottunut jonkin verran enemmän teollisuus- kuin kaukolämpösektorille. Tämä voi osin selittyä sillä, että pienimmät (alle 20 MW polttoaineteholtaan) olevat laitokset eivät ole mukana päästökaupassa, jolloin niille ei muodosta päästöoikeuksien hankkimisesta kustannuksia. Myös kaukolämmön tuotannossa on alle 20 MW polttoaineteholtaan olevia laitoksia, mutta nämä laitokset ovat mukana päästökaupassa, jos samassa kaukolämpöverkossa on yksikin polttoaineteholtaan yli 20 MW laitos. Lisäksi myös nyt asteittain poistumassa oleva teollisuuden energiaveronpalautus on voinut vaikuttaa polttoainekäyttöön teollisuudessa, joka on saanut palautuksina takaisin merkittävän osuuden energiaverosta.

Öljyä ja kaasua käytetään vähäisiä määriä käynnistys- ja tukipolttoaineena muita polttoaineita polttavissa kiinteän polttoaineen kattiloissa. Tämän käytön oletetaan säilyvän myös jatkossa. Sähkön varavoimalaitokset eivät lähtökohtaisesti käytä polttoainetta juuri lainkaan, vaikka kapasiteettia on jonkin verran.

Öljyn käyttö energiantuotannossa on pääasiassa kevyttä polttoöljyä tiukentuneiden päästörajoiden vuoksi. Tiukentuneet päästörajat, jotka rajaavat pois raskaan polttoöljyn käytön, koskevat polttoaineteholtaan alle 50 MW olevia energiantuotantolaitoksia. Raskasta polttoöljyä saatetaan edelleen käyttää poikkeusluvalla alle 5 MW:n yksiköissä, mikäli samalla laitosalueella ei sijaitse energiantuotantoyksiköitä siten että polttoainetehto ylittää 5 MW eikä energiantuotantoyksikkö ole muutoin ympäristöluvanvaraista toimintaa. (Valtioneuvoston asetus 750/2013). Bioöljyjen käyttö energiantuotannossa on nykyisin lähes merkityksetöntä.

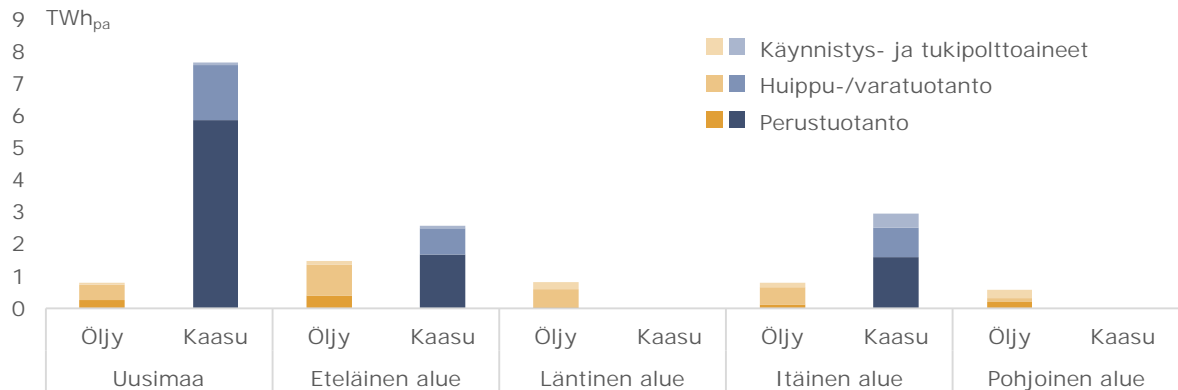
Kaasun käyttö energiantuotannossa on lähes kokonaan kaasun siirtoverkon kautta jaeltua maakaasua. Myös nesteytettyä tai paineistettua maakaasua voidaan joissain tapauksissa käyttää, mutta tämä käyttö on erittäin vähäistä. Biokaasua käytetään energiantuotannon polttoaineena pääasiassa jalostamattomana biokaasulaitosten yhteydessä lämmön ja sähkön paikallistuotannossa. Nämä laitokset ovat kuitenkin eri laitoksia kuin maakaasua polttoaineena käyttävät laitokset. Maakaasun polttoainekäyttöä maakaasua polttavissa laitoksissa voidaan korvata jalostetulla biokaasulla, mutta käytännössä biokaasua ei ole käytetty näissä laitoksissa juuria lainkaan.

Öljyn ja maakaasun polttoainekäytön jakautuminen käyttökohteittain on esitetty alla (Kuva 7).

**Kuva 7 – Öljyn ja maakaasun polttoainekäyttö käyttökohteittain vuonna 2019**


Huom.: HOB tarkoittaa lämmön erillistuotantoa

Maantieteellisesti maakaasun käyttö energiantuotannossa sijoittuu pääasiassa Uudellemaalle, mutta myös muualla eteläisellä alueella ja itäisellä alueella on jonkin verran käyttöä. Öljyn käyttö jakautuu tasaisemmin ympäri Suomen, käytön painottuessa kuitenkin jonkin verran eteläiselle alueelle ja Uudellemaalle. Öljyn ja maakaasun polttoainekäytön maantieteellinen jakautuminen on esitetty alla (Kuva 8).

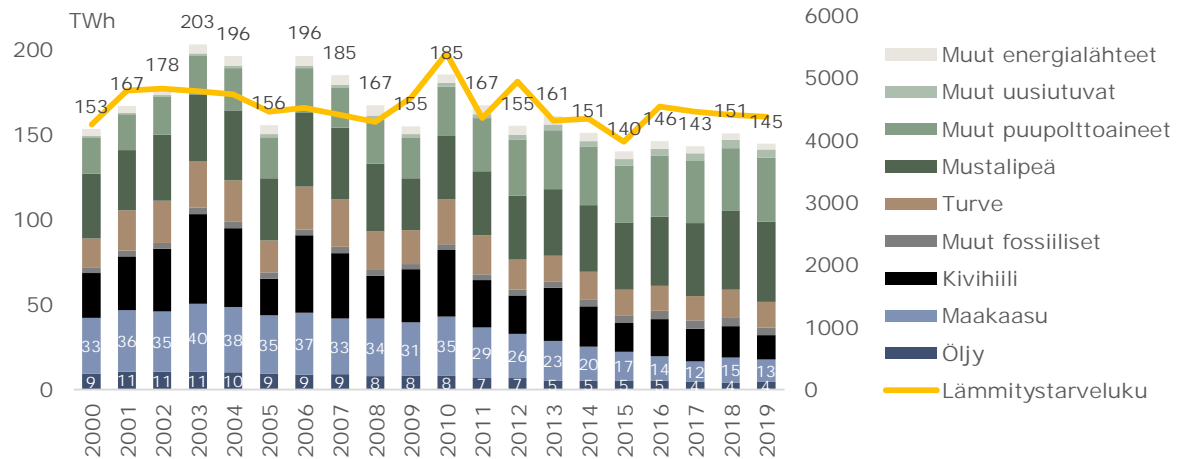
**Kuva 8 – Öljyn ja maakaasun polttoainekäyttö maantieteellisellä jaolla vuonna 2019**


## 2.4 Öljy ja maakaasu osana energiantuotannon polttoaineita kokonaisuudessaan

Öljy ja maakaasu kattavat vain pienen osan lämmön- ja sähköntuotannon polttoaineista, ja lisäksi käyttö on ollut selvässä laskussa. Myös kivihiilen ja turpeen käyttö on ollut laskussa. Suurin osuus lämmön- ja sähköntuotannon polttoainekäytöstä on kotimaisia puupolttoaineita, ja näiden osuus on ollut myös kasvussa. Erilaiset säätillat ovat vaikuttaneet energiantuotannon polttoaineiden käyttöön vuosien välillä, ja etenkin lähihistorian kylmimpänä vuonna 2010 polttoainekäyttö oli yleisesti korkeammalla tasolla. Samalla myös maakaasun käyttö kasvoi edeltävään vuoteen (2009) verrattuna maltillisesti. Lähinnä huipputuotannossa käytettävän öljyn kulutus ei juurikaan

kasvanut. Sähkön ja lämmön tuotannon polttoaineet kokonaisuudessaan vuosina 2000-2019 sekä saman ajanjakson lämmitystarveluku Keski-Suomessa on esitetty alla (Kuva 9).

Kuva 9 – Sähkön ja lämmön tuotannon polttoaineet kokonaisuudessaan ja lämmitystarveluku 2000-2019



Datalähde: Tilastokeskus taulukko 3.4.2, Ilmatieteenlaitos (lämmitystarveluku Jyväskylä)

Öljyn, maakaasun, kivihiihen ja turpeen käytön vähenemisen seurauksena huoltovarmuusvarastoitujen polttoaineiden määrä on yleisesti ollut laskussa. Suurin osuus lämmön- ja sähköntuotannon polttoainekäytöstä on kotimaisia puupolttoaineita, ja näiden osuus on ollut myös kasvussa. Kuten luvussa 2.1.2 todettiin, näitä polttoaineita pitkälti korvaaville puupolttoaineille ei ole nykyisin lainkaan varastointivelvoitetta tai huoltovarmuusmaksua. Kivihiihen käyttö energiantuotannossa ajetaan alas vuoteen 2029 mennessä. Turpeen käytön osalta Marinin hallitus on linjannut, että turpeen energiakäyttö vähintään puolittuu vuoteen 2030 mennessä ja loppuu kokonaan 2030-luvun aikana. Turpeen käytön arvioidaan vähenevän kuitenkin tätä nopeammin.

## 2.5 Nykyisen kapasiteetin käyttöikä ja poistuminen

Nykyinen öljyyn ja kaasuun perustuva energiantuotannon kapasiteetti on suurilta osin vanhaa, ja kapasiteettia tulee teknisen käyttöiän päähän merkittäviä määriä vuoteen 2030 ja 2040 mennessä. Huomioiden sähkön- ja lämmöntuotannon kapasiteetin tyypillinen noin 40-50 vuoden käyttöikä, voidaan arvioida, että suuri osa ennen vuotta 2000 käyttöönotetusta kapasiteetista ei enää olisi käytössä vuonna 2040. Vastaavasti suuri osa ennen vuotta 1990 käyttöönotetusta kapasiteetista ei olisi käytössä enää vuonna 2030. Karkeasti arvioiden ennen vuotta 2040 nykyisestä kapasiteetista saattaisi poistua öljyn osalta 76 % ja kaasun osalta 77 %. Ennen vuotta 2030 nykyisestä kapasiteetista saattaisi poistua öljyn osalta 65 % ja kaasun osalta 44 %.

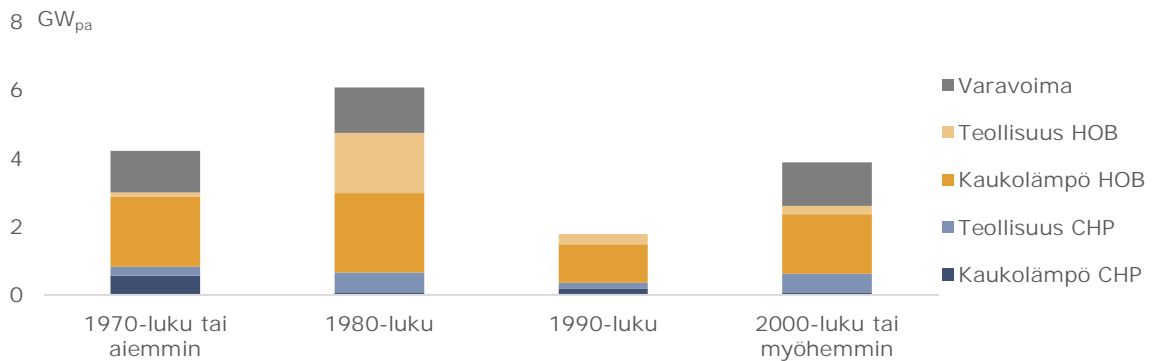
Käytännössä pääasiassa huippu- ja varatuotannossa käytettävä öljyä tai kaasua polttoaineena käytävä lämmön erillistuotantokapasiteetti on kuitenkin investointikustannuksiltaan edullista, ja näitä laitoksia voidaan tarvittaessa hyvin uusia, mikäli laitosten käyttöä halutaan jatkaa. Investoinnit voivat olla uusinwestointeja tai vanhojen laitosten uusimisia.



Kuten aiemmin todettiin, suurin osa nykyisestä polttoainekäytöstä on kuitenkin CHP-tuotannossa, joka tuottaa vielä ns. peruskuormaa. Tämä kapasiteetti on investointikustannuksiltaan kalliimpaa kuin huippukapasiteetti, ja näin ollen kapasiteetin uusiminen ei välttämättä ole kannattavaa samalla polttoaineella ja tilalle etsitään muita tuotantoratkaisuja. Vielä vuonna 2030 kapasiteettia voisi käyttöönsä puolesta olla kohtuullisesti jäljellä, mutta valtaosa maakaasua polttoaineena käyttävästä CHP-kapasiteetista tulee oletetun käyttöikänsä päähän 2040 mennessä.

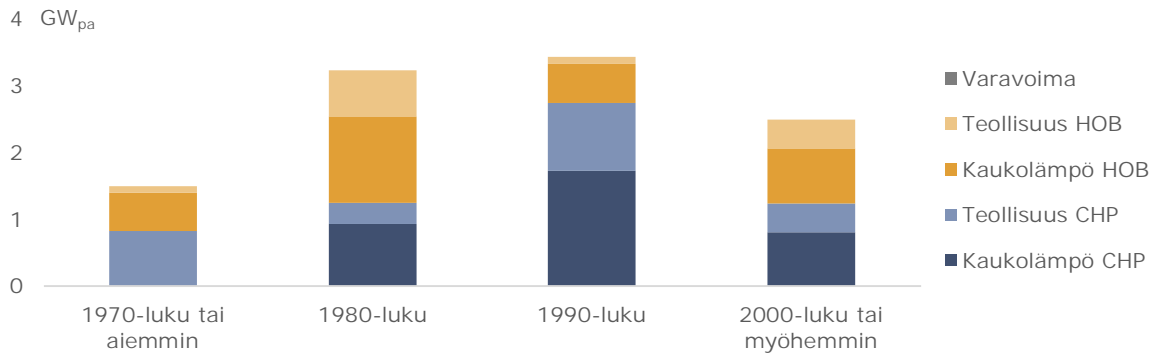
Öljyä pääpolttoaineena käyttävän laitospöytä ikäjakauma käyttökohteittain on esitetty alla (Kuva 10) ja kaasua käyttävän laitospöytä ikäjakauma alla (Kuva 11).

Kuva 10 – Nykyisen öljyä pääpolttoaineena käyttävän laitospöytäkapasiteetin rakentamisajankohdan mukainen ikäjakauma



Huom.: HOB tarkoittaa lämmön erillistuotantoa

Kuva 11 – Nykyisen kaasua pääpolttoaineena käyttävän laitospöytäkapasiteetin rakentamisajankohdan mukainen ikäjakauma



Huom.: HOB tarkoittaa lämmön erillistuotantoa

Maakaasun käyttö kaukolämmön yhteistuotannossa on ollut merkittävä tarkastelluista polttoainekäytöistä. Sen lisäksi, että suuri osa tästä kapasiteetista on käyttöikänsä puolesta vanhenemassa ennen vuotta 2040, on käytännössä kaikilla nykyisin paljon maakaasua käyttävillä kaukolämpötoimijoilla tavoitteena saavuttaa kaukolämmön tuotannon hiilineutraalius jo viimeistään vuonna 2030. AFRYn arvion mukaan tämä tarkoittaisi pitkälti maakaasun käytön lopettamista kaukolämmön perustuotannossa, kun taas pienempiä maakaasun ja öljyn käyttömääriä tuotannon huippu- ja varapolttolaitteina voisi jäädä vielä jäljelle ja hiilineutraalisuustavoitteiden näkökulmasta näiden päästöjä voitaisiin kompensoida. Joillakin toimijoilla on myös



tavoitteena lopettaa fossiilisten polttoaineiden käyttö kokonaan tai saavuttaa kaukolämmön tuotannon nollapäästöisyys ennen vuotta 2030 tai 2040. Tämä tarkoittaisi käytännössä öljyn ja maakaasun polttoainekäytön lopettamista kokonaan näiden toimijoiden osalta, vaikkakin nollapäästöisyys voitaisiin periaatteessa saavuttaa myös hiilen talteenotolla ja varastoinnilla tai käytöllä (CCS tai CCU). Tässä selvityksessä ei ole oletettu, että CCS-teknologiaa otettaisiin Suomessa käyttöön maakaasun tai öljyn käytön yhteydessä sen korkeiden kustannusten vuoksi.



### 3. ÖLJYN JA KAASUN ARVIOITU KÄYTÖN KEHITYS ENERGIANTUOTANNOSSA VUOSILLE 2030 JA 2040

Tässä luvussa kuvataan energiantuotannon tuotantorakenteen muutostekijöitä, vaihtoehtoisia energiantuotantomuotoja öljylle ja kaasulle sekä vaihtoehtoisia polttoaineita käytettäväksi nykyisissä öljyä ja kaasua polttavissa laitoksissa. Perustuen esitettyihin muutostekijöihin ja vaihtoehtoisiin energiamuotoihin esitetään arvio öljyn ja kaasun käytön kehityksestä vuosille 2030 ja 2040, sekä käyttöä vastaava varastointitarpeen kehitys nykyisten huoltovarmuuskäytäntöjen mukaisesti. Lisäksi kuvataan epävarmuuksia liittyen öljyn ja kaasun energiakäytön kehitykseen. Käytön ja kehityksen arvioinnissa on käytetty lähtötietona AFRYn kattilatilietokannan tietoja nykyisestä kapasiteetista Suomessa paikkakuntaakohtaisesti, julkisesti esitettyjä tietoja tulossa olevista korvausinvestoinneista tuotantokapasiteettiin, sekä AFRYn tekemiä arvioita pidemmällä tulevaisuudessa tapahtuvista investoinneista. Polttoainekulutusta on arvioitu perustuen arvioihin eri polttoaineiden ja tuotantomuotojen kilpailukyvystä ja mahdollisuuksista käyttää korvaavaa kapasiteettia.

#### 3.1 Lämmön ja sähkön tuotantorakenteen muutokset Suomessa

##### 3.1.1 Yleiset muutostekijät

Lämmön ja sähkön tuotantorakenteessa on tapahtumassa merkittäviä muutoksia. Suomessa muutostekijöitä vauhdittava tekijä on Marinin hallituksen hiilineutraaliustavoite vuoteen 2035 mennessä. Kohonneet päästöoikeuksien hinnat ja polttoaineiden verot ovat tehneet fossiilisista ja turpeesta kalliita polttoaineita päästöttömiin tuotantomuotoihin verrattuna. Kivihiilen käyttö on jo kielletty vuodesta 2029 eteenpäin ja turpeen käyttö on laskussa. Samalla teollisuus ja lämmitys sähköistyy. Sähkön tuotanto perustuu yhä enenevässä määrin päästöttömiin tuotantomuotoihin näiden tuotantomuotojen kustannusten laskiessa ja kilpailuaseman parantuessa. Lisäksi myös sekä sähkön että lämmön kulutusjoustopon oletetaan lisääntyvän sekä varastointiteknologioiden yleistyvän.

Kivihiilen käyttökielto energiantuotannon polttoaineena tulee voimaan vuonna 2029. Kivihiileen perustuvan lämmöntuotannon korvaamiseksi on jo tehty suunnitelmia, ja merkittävä osa käytöstä on jo korvattukin. Jäljellä olevan käytön oletetaan korvautuvan pääasiassa puupolttoaineisiin, hukkalämpöihin ja lämpöpumppeihin perustuvalla tuotannolla sekä energian kausivarastoinnilla. Nykyinen kivihiilen käyttö sähköntuotannon tehoreservissä voisi periaatteessa tulla korvatuksi maakaasun käytöllä, mikäli vastaavanlaiselle tehoreservijärjestelmälle nähdään tulevaisuudessa tarvetta.

Hallituksen tavoitteen mukaisesti turpeen käyttö vähintään puolittuu vuoteen 2030 mennessä ja loppuu kokonaan 2030-luvun aikana. Turpeen energiankäyttö on kuitenkin vähenemässä merkittävästi tätä nopeammin ennen kaikkea päästöoikeuden hinnan nousun myötä, vuoden 2020 polttoaineveronkorotuksen mahdollisesti kiihdyttäessä tätä kehitystä. AFRYn vuonna 2021 tekemän selvityksen mukaan turpeen energiakäyttö korvautuisi lähinnä puubiomassalla, sekä jossain määrin myös lämpöpumppuratkaisuilla<sup>6</sup>. Yleisesti huoltovarmuusvarastoitujen polttoaineiden (kivihiili

<sup>6</sup> AFRY 2021. Metsähakkeen kysynnän kehitys ja riittävyys Suomessa



ja turve) käytön poistuminen energiantuotannossa ja korvautuminen pitkälti puupolttoaineilla ja sähköjärjestelmään tukeutuvilla vaihtoehtoilla lisää vaihtoehtoisten polttoaineiden huoltovarmuusvarastoinnin tarvetta tulevaisuudessa. Esimerkiksi öljyä voitaisiin huoltovarmuusvarastoida puupolttoaineiden sijaan ja sähkön toimitushäiriöiden varalta.

Nousussa ollut päästöoikeuksien hinta sekä viimeaikaiset lämmityspolttoaineiden veronkorotukset sekä asteittainen luopuminen energiaintensiivisen teollisuuden veronpalautusjärjestelmästä ovat luoneet painetta vähentää kivihiilen ja turpeen käytön lisäksi myös öljyn ja maakaasun käyttöä energiantuotannossa. Korvaavia vaihtoehtoja haetaan paitsi biopohjaisista polttoaineista, myös sähkөөn perustuvista lämmöntuotantomuodoista. Sähkөөn perustuvia lämmöntuotantomuotoja tukee se, että samalla kun lämmityspolttoaineiden verokohtelua on kiristetty, on teollisuuden sähköveroluokka II laskettu EU:n minimiin.

Lämmityksen sähköistymistä toimijoiden näkökulmasta ajaakin halu vähentää polttoon perustuvan lämmöntuotannon määrää sekä ympäristö- että kustannussyistä. Usein lämmityksen sähköistämiseen liittyy hukkalämpöjen hyödyntäminen lämmöntuotannossa sähköä käyttävillä lämpöpumpuilla, mutta lämpöpumppujen lämmönlähteinä voidaan käyttää myös ympäristöstä talteen otettua lämpöenergiaa. Lisäksi lämpöä voidaan tuottaa sähkökattiloilla myös suoraan, mikäli saatavilla on edullista sähköä. Hallituksen budjettiriihessä syyskuussa 2021 linjattiin, että kaukolämpöä tuottavat konesalit, lämpöpumput ja sähkökattilat siirrettäisiin sähköveroluokkaan II vuoden 2022 alusta alkaen, mikäli toimille on saatu tarvittava hyväksyntä EU:lta. Siinä missä lämpöpumput, konesalit ja muut lämpöpumpuilla hyödynnettävät hukkalämmönlähteet korvaisivat pääasiassa polttoon perustuvaa peruskuormatuotantoa, sähkökattilat voisivat korvata erityisesti huipputuotantoa.

Tuulivoiman ja ydinvoiman lisärakentaminen Suomessa tarkoittaa muun sähkön perustuotannon tarpeen vähenemistä, mukaan lukien sähköntuotanto maakaasulla. Samalla kuitenkin säätövoiman tarve voi lisääntyä, mutta tämän kapasiteetin käyttö ja sitä myötä polttoainekäyttö olisi kuitenkin todennäköisesti suhteellisen vähäistä. Pohjoismaista vesivoimaa on yleisesti hyödynnetty myös Suomessa tuotannon tasaamiseen. Jatkossa Pohjoismaista vesivoimaa voi kuitenkin olla aiempaa vähemmän käytettävissä Suomeen Ruotsin kantaverkon toimivuuden ja ydinvoiman mahdollisen alasajon myötä, sekä Norjan ja Keski-Eurooppaan siirtoyhteyksien vahvistamisen myötä.

AFRY on aiemmin vuonna 2021 tarkastellut Marinin hallituksen hiilineutraaliustavoitteen vaikutuksia sähköjärjestelmään. Selvityksessä painotetaan erityisesti kulutusjoustop merkitystä sään mukaan vaihtelevan tuotannon lisääntyessä. Sähköntuotannon kapasiteetin yhteistuotannossa ja lauhdetuotannossa arvioidaan kokonaisuudessaan laskevan jonkin verran, ja käyttöikänsä päähän tulevat laitokset arvioidaan korvattavan joko biomassaa käyttävillä yhteistuotannon laitoksilla tai vaihtoehtoisesti lämmön erillistuotannolla biomassalla tai lämpöpumpuilla, mikäli sähkön hinta ei ole tarpeeksi korkea. Esimerkiksi vuodelle 2035 on arvioitu, että enää 20 %:ia CHP-kapasiteetista perustuisi fossiilisiin polttoaineisiin. Jäljellä olevan kapasiteetin käyttötunnit on lisäksi arvioitu vähäisiksi.<sup>7</sup>

Lämmön kulutusjoustop ja varastoinnin kehittyminen mahdollistavat huipputuotannon vähentämisen, sekä myös lämmityksen sähköisten tuotantomuotojen, mukaan lukien

---

<sup>7</sup> AFRY 2021. Hiilineutraaliustavoitteen vaikutukset sähköjärjestelmään.  
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-029-5>



sähkökattilat, resurssitehokkaamman käytön. Tämän myötä myös merkittävä määrä öljyn ja maakaasun käyttöä huipputuotannossa voitaisiin korvata muilla ratkaisuilla. Sähkön kulutusjoustolla ja varastoinnilla voitaisiin jossain määrin vähentää öljyn ja maakaasuun perustuvan säätövoiman tarvetta tulevaisuudessa.

Lämmön ja sähkön tuotantorakenteen muutostekijät ja niiden arvioitu vaikutus öljyyn ja kaasuun perustuvan kapasiteetin tarpeeseen sekä öljyn ja kaasun polttoainekulutukseen on listattu kokonaisuudessaan alla (Taulukko 2).





## Taulukko 2 – Lämmön ja sähkön tuotantorakenteen muutostekijät

Muutostekijä	Vaikutus yleisesti	Vaikutus kapasiteettiin	Vaikutus polttoainekäyttöön
Kivihiilestä luopuminen ja turpeen käytön väheneminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jäljellä oleva kivihiilen käyttö korvautunee pitkälti puupolttoaineilla, hukkalämmöillä ja lämpöpumpuilla sekä energian kausivarastoinnilla</li> <li>Turpeen käytön oletetaan korvautuvan pitkälti puupolttoaineilla ja osittain lämpöpumpuilla</li> <li>Huoltovarmuusvarastoitujen polttoaineiden (kivihiili ja turve) poistuminen ja korvautuminen laajasti puupolttoaineilla ja sähköjärjestelmään tukeutuvilla vaihtoehdoilla voi lisätä öljyn huoltovarmuusvarastoinnin tarvetta korvaavana polttoaineena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaasu (+/-)</li> <li>Öljy (+/-)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaasu (+/-)</li> <li>Öljy (+/-)</li> </ul>
Lämmitys- polttoaineiden veronkorotukset ja nouseva päästöoikeuksien hinta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaikkien fossiilisten lämmityspolttoaineiden käytön väheneminen erityisesti perustuotannossa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaasu (-)</li> <li>Öljy (-)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaasu (--)</li> <li>Öljy (-)</li> </ul>
Teollisuuden ja lämmityksen sähköistyminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teollisuuden öljyn ja maakaasun käyttö energiantuotannossa vähentyy sähköveron laskemisen ja energiaverojen palautusjärjestelmästä luopumisen seurauksena</li> <li>Kaukolämpösektorilla lämpöpumppujen ja sähkökattiloiden avulla voidaan korvata öljyä ja maakaasua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaasu (-)</li> <li>Öljy (-)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaasu (--)</li> <li>Öljy (--)</li> </ul>
Tuulivoiman ja ydinvoiman lisärakentaminen/ käytöstä poisto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korvaa nykyistä sähköntuotannon perustuotantoa (ml. maakaasu)</li> <li>Tuulivoiman lisääminen voi lisätä säätövoiman tarvetta. Keskeisiä tekijöitä Ruotsin kantaverkon toimivuus ja ydinvoiman jatkuvuus. Norjan vesivoimaa menee enemmän Keski-Eurooppaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaasu (+)</li> <li>Öljy (+)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaasu (-)</li> <li>Öljy (+/-)</li> </ul>
Kulutusjouston ja akkuteknologioiden kehittyminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lämmön kulutusjousto ja varastointi mahdollistaa huipputuotannon tarpeen vähentämisen ja lämmityksen sähköistymisen laajemmin</li> <li>Sähkön kulutusjousto ja varastointi voi pienissä määrin vähentää öljyyn ja maakaasuun perustuvan säätövoiman tarvetta tulevaisuudessa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaasu (-)</li> <li>Öljy (-)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaasu (--)</li> <li>Öljy (--)</li> </ul>

Selitteet: -- (laskee huomattavasti), - (laskee), +/- (neutraali), + (lievä kasvu mahdollista), ++ (kasvu)

### 3.1.2 Teollisuudenalojen vähähiilisyystiekartat

Teollisuudenalat ovat luoneet vähähiilisyystiekartat omille toimintoilleen. Teollisuudenalojen vähähiilisyystiekarttojen tarkoituksena on saada tarkempi käsitys

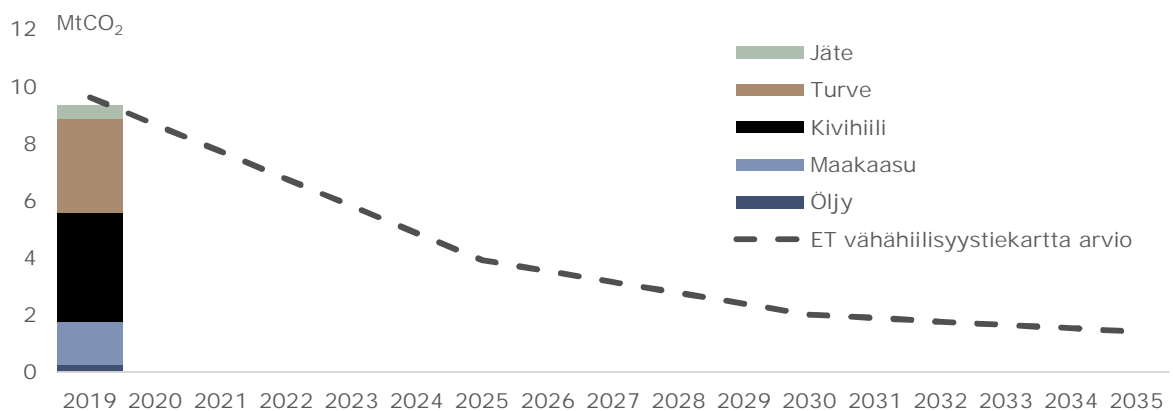


hiilineutraaliin Suomeen siirtymiseksi tarvittavien toimenpiteiden mittakaavasta, kustannuksista ja edellytyksistä. Öljyn ja kaasun energiakäytön osalta kiinnostavimmat tiekartat ovat energia-alan, kemian- ja metsäteollisuuden tiekartat.

### Energia-alan vähähiilisyystiekartta

Energia-ala on sitoutunut kaukolämmön ja siihen liittyvän sähköntuotannon päästöjen puolittamiseen vuoteen 2030 mennessä vuoden 2018 tasoon verrattuna. Nykyinen kehityspolku on kuitenkin osoittanut, että tavoite saavutetaan ennakoitua nopeammin, ja päästöt vähenevät ennakoitua jyrkemmin. Arvio vuoden 2019 kaukolämmön ja siihen liittyvän yhteistuotantosähkön tuotannon päästöistä polttoaineittain sekä päästöjen arvioitu kehitys on esitetty alla (Kuva 12).

Kuva 12 – Kaukolämmön ja siihen liittyvän yhteistuotantosähkön tuotannon päästöt nykyään ja arvioitu kehitys



Datalähteet: ET kaukolämpötilasto; ET vähähiilisyystiekarttaa on käytetty karkeana datalähteenä tiekartan arvion piirtämiseen. Arvio on päivitetty vuonna 2021.

Tiekartan arvion toteutuminen edellyttäisi, että vielä kivihiilen käytön loppumisen jälkeen yhteenlaskettujen päästöjen jätteen, turpeen, maakaasun ja öljyn poltosta pitäisi laskea lähes kolmannekseen vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2019 päästöihin.

Yleisesti tiekartan tavoitteena on, että fossiiliset polttoaineet ja turve jäisivät toimitus- ja huoltovarmuuspolttoaineiksi. Kaukolämpöyhtiöt ovat laajasti korvanneet päästöllisiä polttoaineita uusiutuvalla ja polttoon perustumattomalla tuotannolla, ja tämä kehitys on tiekartan mukaan selkeästi jatkumassa. Uutta teknologiaa on pilotoitu tuotannon, jakelun, varastoinnin ja asiakasratkaisuiden osalta. Biotalous ja kiertotalouden sivuvirtoihin perustuvan kaukolämmöntuotannon oletetaan vahvistuvan, ja sen rinnalle tulevan polttoon perustumattomia teknologioita.

Tiekartassa pidemmällä aikavälillä vedyn valmistuksen sivutuotteena syntyvä lämpö nähdään merkittävänä hukkalämpöpotentiaalina, mikäli vedyn tuotanto Suomessa yleistyy. Myös pienydinreaktorit voisivat olla mahdollisia pidemmällä aikavälillä, mikäli niiden luvitusta saadaan nopeutettua ja sujuvoitettua. Puhtaan sähköntuotannon laskeneiden kustannusten vuoksi sähkö nähdään edullisena tapana vähentää päästöjä eri toimialoilla. Toisaalta aivan kaikkia päästöjä ei välttämättä nähdä tarpeelliseksi poistaa, vaan myös hiilidioksidin talteenoton ja kompensaaion mahdollisuutta selvitetään.



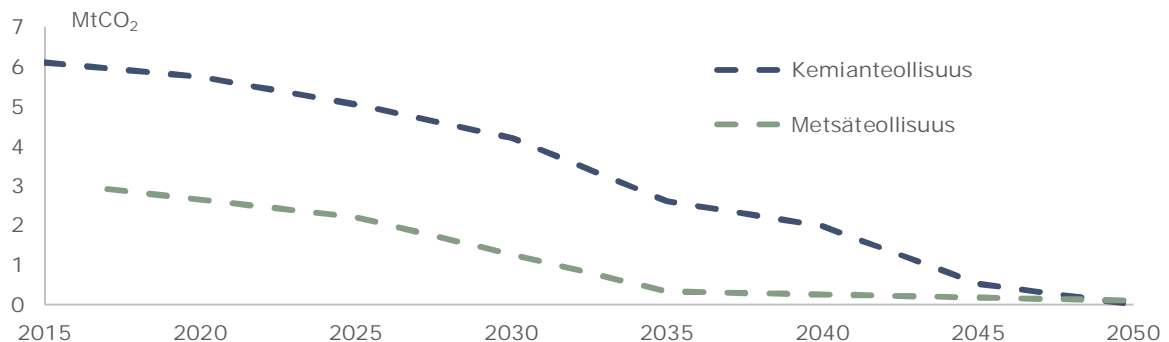
Energia-ala haluaa yleisesti edistää kaasun puhdistumista, mikä tarkoittaa biokaasun käytön edistämistä sekä synteettisten kaasujen ja vedyn tuotannon ja käytön edistämistä. Näitä kaasuja voitaisiin siirtää osin myös nykyisen kaasuverkon kautta. Samalla kaasun verotuksen halutaan pysyvän kilpailukykyisenä, jotta toimiva ja kattava kaasuverkosto voidaan ylläpitää.

### Kemian- ja metsäteollisuuden vähähiilisyystiekartat

Öljyä ja kaasua polttoaineena käyttäviä teollisuudenaloja ovat etenkin metsäteollisuus ja kemianteollisuus. Kemianteollisuus ja metsäteollisuus myös kattavat huomattavan osan koko Suomen öljyn ja kaasun energiakäytöstä, vaikkakin erityisesti kemianteollisuudessa öljyä ja maakaasua käytetään huomattavat määrät teollisuuden suorakäytössä ja raaka-aineena energiantuotannon sijaan.

Kemian- ja metsäteollisuuden tiekartat sisältävät merkittäviä päästövähennystavoitteita, ja erityisesti metsäteollisuuden alalla öljyn ja maakaasun energiakäytön voidaan arvioida noin puolittuvan vuoteen 2030 mennessä ja loppuvan lähes kokonaan vuoteen 2040 mennessä. Fossiilisten polttoaineiden käyttöä jäisi ainoastaan pieniä määriä varapolttoainekäyttöön vuodelle 2040. Kemianteollisuuden alalla energiakäyttöön päätyvien polttoaineiden käytön kehitystä on vaikeampi arvioida, mutta niiden käytön vähentäminen voi todennäköisesti olla helpompaa kuin suora- tai raaka-ainekäyttöön päätyvien polttoaineiden. Kemian- ja metsäteollisuuden alojen päästövähennystavoitteet on esitetty alla (Kuva 13).

Kuva 13 – Kemianteollisuuden ja metsäteollisuuden alojen päästövähennystavoitteet



Datalähteet: Kemian- ja metsäteollisuuden vähähiilisyystiekartat

## 3.2 Perus-, huippu-, ja varatuotannon kapasiteetin vaihtoehdot tulevaisuudessa

Öljyä ja kaasua käytetään energiantuotannossa sekä perus-, huippu-, että varatuotannossa. Näihin tuotannon tarpeisiin varatun kapasiteetin vaihtoehdot ovat oleellisia öljyn ja kaasun energiakäytön kehityksen arvioimisessa. Perus-, huippu-, ja varatuotannon tarvetta yleisesti kuvattiin kappaleessa 2.2.

### 3.2.1 Vaihtoehdot öljyä ja kaasua korvaavalle kapasiteetille

Karkeasti vaihtoehdot korvata öljyn ja kaasun käyttöä voidaankin jakaa perustuotantoa tuottaviin vaihtoehtoihin ja huippu- ja varatuotantoa tuottaviin vaihtoehtoihin.

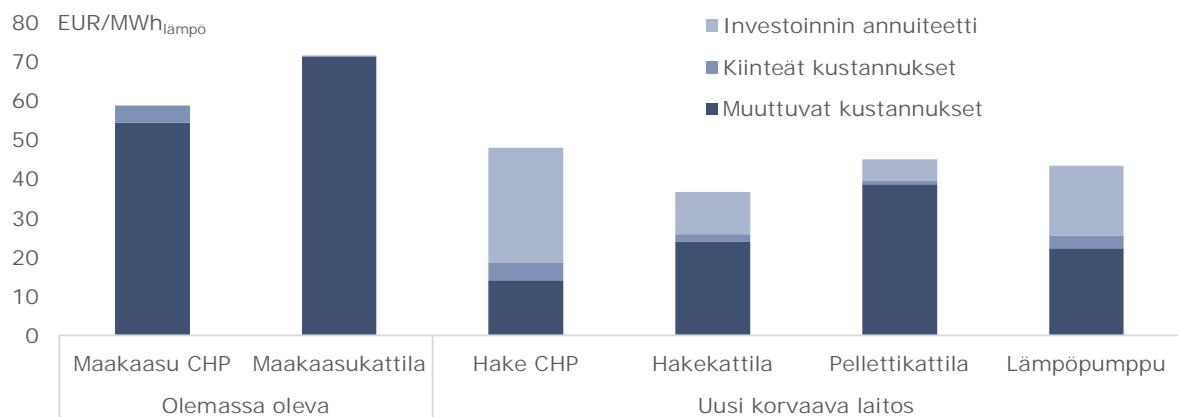
#### Perustuotanto



Maakaasulla tuotetaan nykyään sähkön ja lämmön perustuotantoa pääasiassa yhteistuotantolaitoksissa. Yhteistuotantolaitosten sähköntuotannon korvaamiseksi vaihtoehtoja on useampia, ja sähköä voidaan käytännössä tuottaa missä tahansa Suomessa tai myös siirtoyhteyksien rajoitteet huomioiden ulkomailla. Vaihtoehtoja maakaasulla tuotetun perustuotantosähkön korvaamiseksi tulevaisuudessa ovat esimerkiksi uudet tuulivoimalat, uusi rakenteilla oleva ydinvoima tai lämmön sekä sähkön yhteistuotanto metsähakkeella.

Maakaasulla tuotetun perustuotantolämmön korvaaminen on selkeämpi kokonaisuus, sillä lämpö tulee tuottaa paikallisesti. Käytännössä nykyään vaihtoehtoisia lämmön perustuotantomuotoja korvaamaan maakaasua olisivat esimerkiksi lämmön ja sähkön yhteistuotanto tai lämmön erillistuotanto metsähakkeella, lämmön erillistuotanto pelleteillä tai erilaiset lämpöpumppuratkaisut. Näiden vaihtoehtoisten lämmöntuotantoratkaisuiden lämmön kokonaistuotantokustannuksia on verrattu olemassa olevien maakaasulaitosten lämmön tuotantokustannuksiin alla (Kuva 14).

Kuva 14 – Olemassa olevien maakaasua käyttävien ja uusien korvaavien laitosten lämmöntuotantokustannukset



Huom.: Investointien annuiteettien laskennassa on käytetty 20 vuoden laskenta-aikaa ja 5 % korkokantaa. Laitosten huipunkäyttöaikana on käytetty 4500 h

Yllä olevasta vertailusta nähdään, että vaihtoehtoiset lämmöntuotantomuodot lämmön perustuotannossa käytetylle maakaasulle ovat investointikustannuksineenkin kannattavia. Edullisin korvausinvestointi perustuotannolle on usein hakelämpölaitos tai lämpöpumppu. Perinteisin vaihtoehto maakaasun käytölle perustuotannossa on yhteistuotanto tai lämmön erillistuotanto hakkeella tai pelleteillä. Yhteistuotanto tulee kyseeseen, mikäli sähkön hinta on tarpeeksi korkea tai sähköä tarvitaan paikallisesti.

Lämpöpumput tarjoavat kustannustehokkaan korvausvaihtoehdon lämmöntuotannolle niissä tilanteissa, joissa sopiva lämmönlähde on saatavilla ja tuotantolämpötilan ei tarvitse olla erityisen korkea. Siten lämpöpumput soveltuvat erityisesti kaukolämmön tuotantoon, sekä joidenkin teollisuuskohteiden lämmön tuotantoon, kun tarvittavat lämpötilat ovat matalammat. Lämpöpumppujen kustannukset vaihtelevat kuitenkin huomattavasti riippuen lämmönlähteestä. Muita vaihtoehtoja lämmöntuotantoon ovat esimerkiksi pienet modulaariset ydinvoimalaitokset ja erilaiset hukkalämmöt, tulevaisuudessa mahdollisesti esimerkiksi vedyntuotannon tai biohiililaitosten ylijäämälämmöt.

Lisäksi lämmön ja sähkön perustuotantoa maakaasulla voidaan korvata jalostamattomalla biokaasulla niissä tilanteissa, joissa biokaasulaitos sijoitetaan



nykyisin maakaasua käytäville käyttökohteille. Biokaasusta jalostetun biometaanin käyttö perustuotannossa ei tämänhetkisinä kustannuksilla vaikuta kannattavalta. Yhtä lailla myös vety ja siitä jalostetut synteettiset polttoaineet ovat oletettavasti liian kalliita perustuotantoon. Jalostetulle biometaanille, vedylle tai vedystä valmistetuille synteettisille polttoaineille kustannustehokkaampia kohteita olisivat todennäköisesti liikenne sekä tietyt teolliset prosessit, joiden energiantarvetta on muuten vaikeampaa korvata.

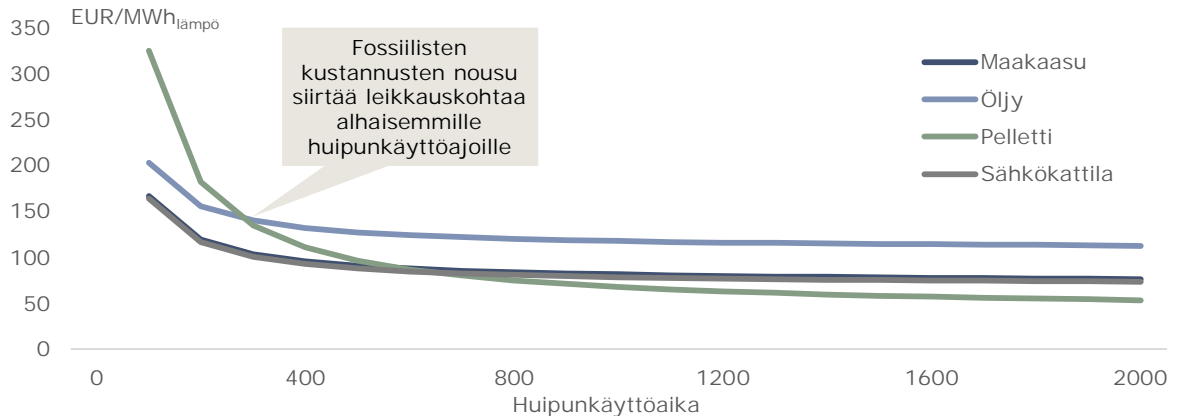
Merkittävä osa maakaasun ja öljyn käytöstä sähkön ja lämmön tuotantoon on tapahtunut teollisuussektorilla, jossa yritykset ovat saaneet energiaverojen palautuksia. Tästä tuesta ollaan asteittain luopumassa vuoteen 2025 mennessä, jolloin fossiilisten polttoaineiden energiantuotantokäytön kilpailukyky teollisuussektorilla laskee merkittävästi.

### Huippu- ja varatuotanto

Öljyllä ja maakaasulla tuotetaan lähinnä lämmön huippu- ja varatuotantoa kaukolämpö ja teollisuussektorilla, mutta myös pienempiä määriä sähköntuotannossa. Öljyn ja kaasun käyttö sähköntuotannon huippu- ja varatuotannossa on ollut vähäistä, mutta hetkittäisen joustavan tuotannon tarve voi jonkin verran kasvaa tulevaisuudessa vaihtelevan uusiutuvan sähköntuotannon, pääasiassa tuulivoiman, lisääntyessä. Oletettavasti Pohjoismaista vesivoimaa on kuitenkin tarjolla Suomeen tulevaisuudessakin sen verran, että käyttö pysynee kohtuullisena. Lisäksi erilaisilla kysyntäjoustomenetelmillä voidaan vähentää sähköntuotannon huippu- ja varatuotannon tarvetta öljyllä ja kaasulla.

Lämmöntuotannossa vaihtoehtoisia tuotantomuotoja korvaamaan öljyyn ja kaasuun perustuvaa huipputuotantoa sekä suunniteltua varatuotannon tarvetta voisivat olla pellettilämpölaitokset ja sähkökattilat. Suunnittelemattomia käyttökatoja varten kapasiteettia tulee joissain tilanteissa olla hyvin paljon enemmän kuin huipputuotantoa varten tai suunniteltuja käyttökatoja varten, jotka pyritään ajoittamaan kesäajalle tai muulle ajalle, jolloin lämmön kysyntä on vähäisempää (ks. Kuva 3). Tämän kapasiteetin tulee olla erityisen edullista investointikustannuksiltaan, mikä rajaa hieman kalliimman pellettilämpölaitoksen yleensä pois vaihtoehdoista. Lisäksi kapasiteetin tulee olla käytettävissä täysimääräisesti ajasta riippumatta, mikä voi olla haastavaa sähkökattiloiden tapauksessa, jos sähkö on sillä hetkellä hyvin kallista. Näin ollen öljyä ja kaasua polttoaineena käytäville kapasiteetille todennäköisesti jäisi myös tulevaisuudessa huomattavaa tarvetta suunnittelemattomien perustuotantolaitosten käyttökatojen varalle.

Fossiilisten polttoaineiden kustannusten noustessa pelletti- ja sähkökattilat ovat yhä kannattavampia korvamaan osan fossiilisiin polttoaineisiin perustuvasta huippu- ja varatuotannosta. Fossiilisten polttoaineiden kustannusten noustessa pellettilämpölaitoksen investoinnin kannattavuuden raja huipunkäyttöaikana esitettyinä laskee. AFRYn arvion mukaan pellettilämpölaitos on nykyisinä kustannuksilla tyypillisesti edullisempi kuin öljylämpölaitos, kun huipunkäyttöaika on noin 300 tuntia tai yli, ja edullisempi kuin maakaasulämpölaitos, kun huipunkäyttöaika on noin 600 tuntia tai yli. Kustannusvertailu uusien maakaasu-, öljy-, pelletti- ja sähkökattiloiden lämmön kokonaistuotantokustannuksista eri huipunkäyttöajoilla on esitetty alla (Kuva 15).

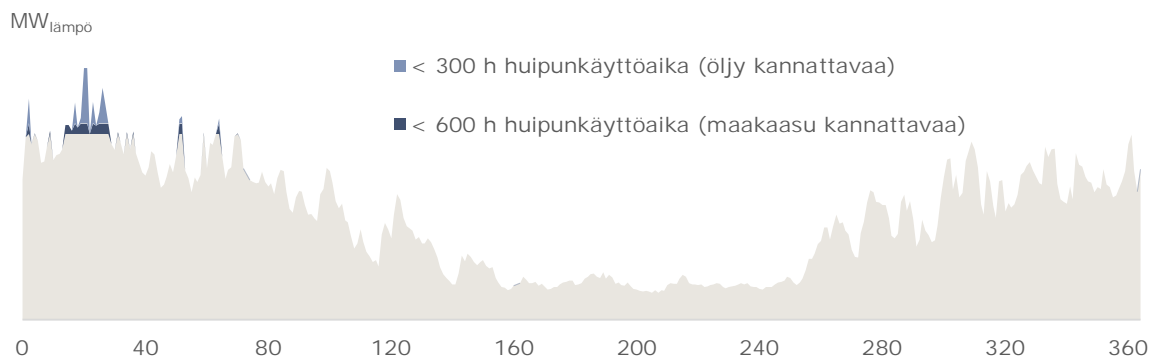
**Kuva 15 – Uuden huipputuotannon lämmön kokonaistuotantokustannukset huipunkäyttäjän funktiona**


Huom.: Investointien annuiteettien laskennassa on käytetty 20 vuoden laskenta-aikaa ja 5 % korkokantaa

Kasvanut päästöoikeuden hinta ja lämmityspolttoaineiden veronkorotukset ovat siirtäneet kustannusten leikkauspisteitä alhaisemmille huipunkäyttötunneille. Näin ollen suurempi osa huipputuotannosta kannattaisi tuottaa muilla tuotantomuodoilla kuin öljyllä tai maakaasulla kuin aiemmin.

Sähkökattila on arvioidulla keskimääräisellä sähkön hinnalla kustannuksiltaan lähes samalla tasolla kuin maakaasulämpölaitos ja edullisempi kuin öljylämpölaitos millä tahansa huipunkäyttöajalla. Tarkastelussa on oletettu, että kaukolämpöä tuottavat sähkökattilat siirretään alempaan sähköveroluokkaan. Käytännössä sähkökattiloiden käyttämä sähkö voi kuitenkin etenkin lämmityskaudella olla keskimääräistä sähkön hintaa kalliimpaa. Sähkökattilan päästöt riippuvat sen käyttämän sähkön tuotantomuodosta. Sähkökattilat voisivat kuitenkin tulla kyseeseen etenkin lämpövaraston kanssa.

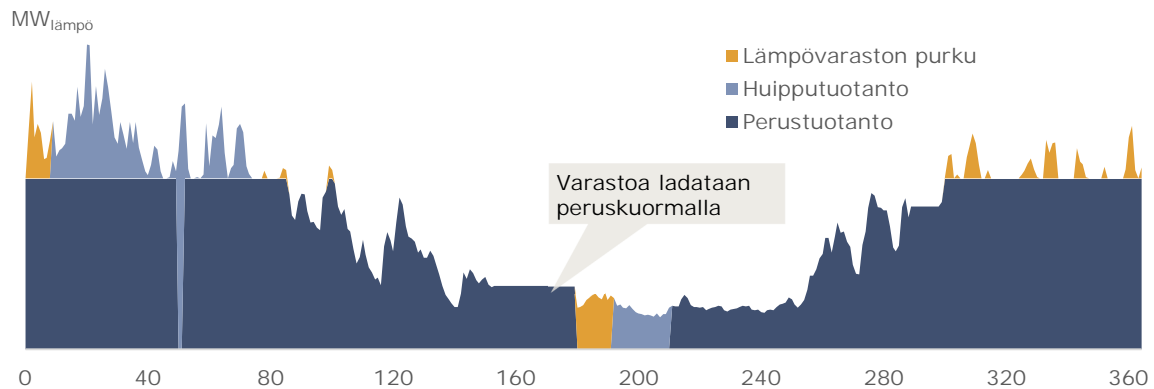
Kustannusperusteinen öljyn ja maakaasun käyttö lämmön huipputuotannossa siis laskee kannattavuusrajan siirtyessä yhä pienemmille huipunkäyttöajan tunneille. Esimerkki arvioidusta nykytilanteesta on esitetty alla (Kuva 16).

**Kuva 16 – Esimerkki kustannusperusteisesta öljyn ja maakaasun huipputuotantokäytöstä**


Erityisesti pellettilämpölaitoksen kannattavuus kasvaa, mikäli laitoksella kyetään myös korvaamaan suunniteltua öljyyn tai maakaasun perustuvaa varatuotantoa kesällä perustuotantolaitosten huoltoseisokkien aikaan.

Lämmön varastoinnilla ja kysyntäjoustolla voidaan edelleen vähentää huipputuotannon tarvetta. Merkittäviä lämpövarastoinvestointeja erityisesti kaukolämpösektorilla on jo tehty. Lämpövaraston ja kysyntäjoustopuoma joustavuus mahdollistavat verkon ja tuotannon optimaalisemman käytön, jolloin kalliimman huipputuotannon tarvetta saadaan vähennettyä. Kun lämmöntuotannon tarpeelle saadaan joustavuutta, myös sähkökattiloita voidaan kustannustehokkaasti hyödyntää lämmöntuotannossa laajemmin hyödyntäen alhaisen sähkön hinnan tunteja. Periaatteessa suurella lämpövarastolla voitaisiin korvata varsinainen huipputuotanto jopa kokonaan. Lämpövarastoa ei voida kuitenkaan yleensä käyttää korvaamaan suunnittelemattomien käyttökatkojen varalle tarvittavaa varatuotantokapasiteettia. Esimerkki lämmön varastoinnin vaikutuksesta huippu- ja varatuotannon tarpeeseen on esitetty alla (Kuva 17).

Kuva 17 – Esimerkki lämmön varastoinnin vaikutuksesta huippu- ja varatuotannon tarpeeseen



### 3.2.2 Vaihtoehdot polttoainevaihdokselle uusiutuviin öljyihin ja kaasuihin

Öljyn tai kaasun käyttöön perustuvan kapasiteetin korvaamisen lisäksi nykyisissä laitoksissa voidaan siirtyä käyttämään bio- tai synteettistä metaania tai biopohjaisia polttonesteitä.

#### Biometaani ja synteettinen metaani

Biometaania jalostetaan biokaasusta, joten Suomessa valmistetun biometaanin yhtenä rajoittavana tekijänä on biokaasun raaka-ainepohja. Nykyisestä biokaasun tuotannosta suurin osa käytetään paikallisesti lämmön ja sähkön tuotannossa, jolloin biokaasua ei tarvitse jalostaa suoraan nykyisiin maakaasua käyttäviin energialaitoksiin kelpaavaksi biometaaniksi. Vain pieni osa tuotannosta jalostetaan biometaaniksi, ja se käytetään pääasiassa liikennekäytössä. Biometaania voidaan tuottaa joko kaasuverkkoon tai siirtää käyttökohteisiin nesteytettynä (LBG) tai paineistettuna (CBG).

Fossiilittoman liikenteen tiekartan lähtökohtana on 2,5 TWh:n biometaanin käyttö liikenteessä vuonna 2030. Lisäksi tiekartassa on arvioitu, että biokaasun kokonaistuotanto voisi olla 4 TWh vuonna 2030. Vuonna 2045 biokaasun tuotantopotentiaaliksi ja samalla saatavuudeksi liikennekäyttöön on arvioitu 10 TWh.



Myös biokaasun mädätykseen perustuvan tuotannon teknistaloudelliseksi potentiaaliksi Suomessa on arvioitu 10 TWh.<sup>8</sup> Biokaasua voitaisiin tuottaa myös termokemiallisella prosessilla biomassasta, mutta tällainen tuotanto on vielä pilotointivaiheessa ja siten sen toteutuminen epävarmaa. Lisäksi biometaanina on mahdollista tuoda ulkomailta kaasumarkkinoiden avautumisen seurauksena tai ostaa alkuperätakuuna muualta ja käyttää fyysisesti maakaasua, jos kaasun alkuperätakuujärjestelmä tulee käyttöön.

Kaiken kaikkiaan nykyisten suunnitelmien mukaan biokaasu ohjautuisi pitkälti biometaanina liikennekäyttöön. Biokaasu tullaan myös lisäämään tieliikenteen jakeluvuorotteeseen vuoden 2022 alusta alkaen. AFRYn arvion mukaan ennen liikennekäytön yleistymistä biokaasun tuotantoa tulisi saada lisättyä huomattavasti, jotta markkinat saadaan luotua, ja välikaudella tuotettua biokaasua voitaisiin hyödyntää jalostamattomana edullisesti paikallisesti sähkön ja lämmön tuotannossa. Mikäli biometaanin liikennekäyttö yleistyy, voitaisiin biokaasua alkaa tarpeen mukaan jalostaa biometaaniksi. Todennäköisesti biometaanina olisi kuitenkin jalostettuna liian kallista laajamittaiseen energiakäyttöön, jolloin se korvaisi vain pienissä määrin nykyistä maakaasun käyttöä energiantuotantolaitoksissa. Myös kaasuverkkoon syötetyn biometaanin verokohtelu lämmityskäytössä tulevaisuudessa on vielä epäselvää. Mahdollinen vero vähentäisi biometaanin käytön kannattavuutta entisestään.

Näin ollen nykyisiin maakaasua polttoaineena käyttäviin laitoksiin ohjautuisi biometaanina käytännössä ainoastaan pieniä määriä huippu- ja varatuotantokäyttöön. Lisäksi nykyistä maakaasun käyttöä kiinteän polttoaineen kattiloiden tukipolttoaineena voitaisiin osittain korvata biometaanilla, ja joissain tapauksissa myös jalostamattomalla biokaasulla. Mahdollisen alkuperätakuujärjestelmän kautta ei lähtökohtaisesti oleteta tulevan merkittävästi lisää biometaaniksi sertifioitua maakaasun kulutusta, sillä sertifikaattien hinta asettunee markkinoilla liian korkeaksi energian perustuotantokäyttöön.

Synteettistä metaania valmistetaan vedystä yhdistämällä siihen hiilidioksidia. Synteettisen metaanin valmistus on kalliimpaa kuin sen raaka-aineena käytettävän vedyn valmistus, mikä on sekin kallista energiantuotannon polttoaineeksi tuotettuna. Kustannussyistä synteettisen metaanin käyttö maakaasun korvaajana sähkön- ja lämmöntuotannossa jäänee vähäiseksi, ja painottunee ainoastaan huippu- ja varatuotantokäyttöön vähäisissä määrin. Kuten biometaanin, myös vedyn ja siitä valmistetun synteettisen polttoaineen käyttö kohdistunee enemmän liikenteeseen ja joihinkin teollisuuden prosesseihin, joiden dekarbonisaatio muilla polttoaineilla olisi vaikeampaa.

### Biopolttoöljyt

Bioöljyillä voidaan tarkoittaa erilaisia bioraaka-aineista valmistettuja öljyjä. Lain 418/2019 mukaan kevyen polttoöljyn jakelijan on sekoitettava vuonna 2021 vähintään 3 % ja vuodesta 2028 eteenpäin vähintään 10 % biopolttonesteitä fossiilisen kevyen polttoöljyn sekaan. Sekoitettavat polttoaineet ovat pääasiassa FAME- ja HVO-dieselisiä. Näiden biopolttonesteiden käytön energiantuotannossa ei oleteta kasvavan jakeluvuorotteita enemmän, sillä niiden raaka-aineen rajallisuus ja hinta ohjaavat yhdessä jakeluvuorotteiden kanssa käyttöä enemmän tieliikenteen käyttöön. HVO-diesel olisi varastoitavuudeltaan hyvä biopolttoaine.

Bioöljyillä voidaan myös tarkoittaa puubiomassasta pyrolyysitekniikalla tuotettua öljyä, jolla voidaan korvata energiantuotannossa käytettävää kevyttä ja raskasta polttoöljyä.

---

<sup>8</sup> LVM 2021, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-588-0>





Pyrolyysillä tuotetun bioöljyn käyttö fossiilisen öljyn korvaajana lämmön tuotannossa on kuitenkin tähän asti ollut vähäistä. Vähäiseen käyttöön on liittynyt useita syitä, kuten esimerkiksi:

- Polttoaineen varastoitavuus on heikompaa. Varastoituna pyrolyysiöljy muodostaa helposti faaseja
- Polttoaineen käyttö vaatii investointeja järjestelmiin (mm. suuttimet ja syöttöjärjestelmät)
- Tekniset ongelmat käytössä. Erityisesti hankalampi polttoaine kuin kevyt polttoöljy. Vaatii esilämmityksen ja laitosten putket ja polttimet tukkeutuvat helposti
- Toimitusvarmuus polttoaineelle on huono sillä toimittajia ei juuri ole. Osittain toimittajien määrä pysynyt vähäisenä koska polttoaineelle ei ole markkinoita. Markkinat polttoaineelle pitäisikin luoda

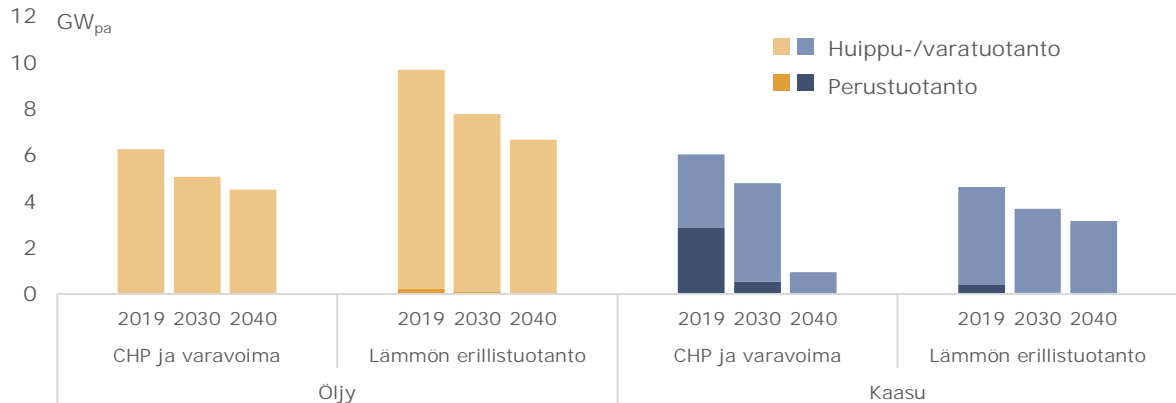
AFRYn arvion mukaan pyrolyysiöljyn käyttö lämmön huippu- ja varatuotannossa ei kasva tulevaisuudessa välttämättä merkittävästi. Pyrolyysiöljy voi osittain korvata energiantuotannon öljyn käyttöä tulevaisuudessa, mutta ei todennäköisesti kuitenkaan lisää kokonaisuudessaan öljyn käyttöä polttoaineena. Käyttö myös todennäköisesti sijoittuisi lähinnä huipputuotantoon, sillä huonon varastoitavuuden vuoksi se ei kovin hyvin soveltuisi varatuotannon polttoaineeksi.

### 3.3 Arvio öljyn ja kaasun käytöstä energiantuotannossa tulevaisuudessa ja kapasiteetin kehitys

AFRYn arvion mukaan kaasua käyttävää yhteistuotannon kapasiteettia häviää markkinoilta laitosten saavuttaessa oletetun teknisen käyttöikänsä. Laitoksia arvioidaan korvattavan sähkön hinnan kehityksestä riippuen pääasiassa metsähaketta polttavalla yhteistuotannolla tai lämmön erillistuotannolla, tai erilaisilla lämpöpumppuratkaisuilla. Olemassa olevan kaasua käyttävän yhteistuotannon kapasiteetin käyttö lämmön- ja sähköntuotannon perustuotannossa vähenee merkittävästi jo vuoteen 2030 mennessä, ja loppuu kokonaan vuoteen 2040 mennessä. Osa yhteistuotannon kapasiteetista voi jäädä huipputuotantokäyttöön tai olla mukana Fingridin ylläpitämässä tehoreservijärjestelmässä, jos tällaista järjestelmää tullaan edelleen ylläpitämään vuosina 2030 ja 2040.

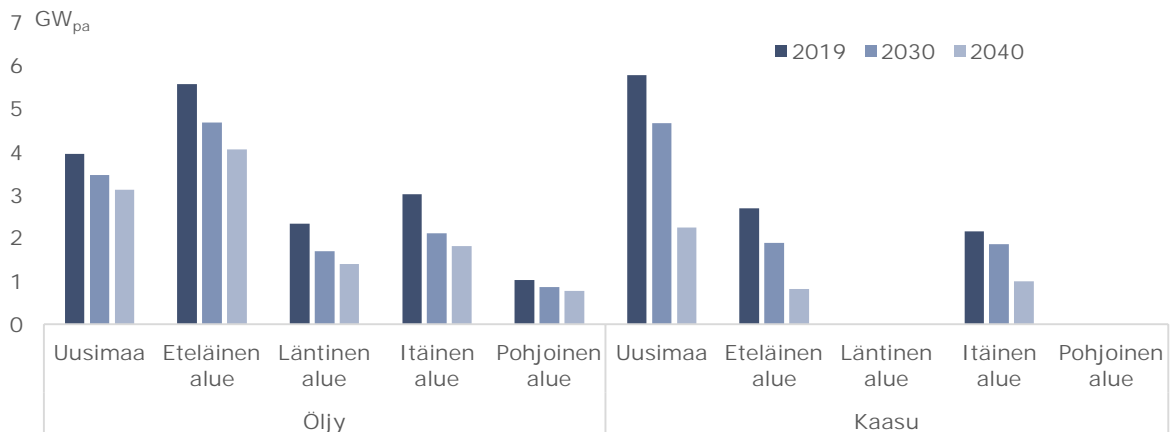
Lämmön erillistuotannon kapasiteetin oletetaan vähenevän asteittain, kun öljyn ja kaasun käyttöä lämmöntuotannon huipputuotannossa korvataan esimerkiksi pellettilämpölaitoksilla ja sähkökattiloilla. Kapasiteettia jää kuitenkin jäljelle merkittävät määrät vielä vuodelle 2040 erityisesti kaukolämmöntuotannon, mutta myös tiettyjen teollisuuden lämmöntuotannon kohteiden varatuotantolaitoksiksi.

Sähköjärjestelmän varavoimalaitoksina on nykyisin polttoaineteholtaan lähes 4 GW pääasiassa öljyyn perustuvaa kapasiteettia. Tämän kapasiteetin tarpeen oletetaan säilyvän samansuuruisena myös jatkossa. Arvio öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävän laitospotentiaalinsa kehityksestä käyttökohteittain on esitetty alla (Kuva 18).

**Kuva 18 – Arvio öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävästä laitoskapasiteetista vuonna 2030 ja 2040 käyttökohteittain**


Maantieteellisesti sekä öljyä että kaasua pääpolttoaineena käyttävän kapasiteetin oletetaan vähenevän joka puolella Suomea. Eriyisen paljon kapasiteettia poistuu Uudeltamaalta ja muulta eteläiseltä alueelta, jossa maakaasua on eniten käytetty energiantuotannon perustuotannossa.

Huoltovarmuuden näkökulmasta on kuitenkin oleellista, että kapasiteettia jää arvion mukaan merkittävät määrät muun tuotannon varatuotantolaitoksiksi kaikkialla Suomessa. Esimerkiksi Uudellamaalla ja muualla eteläisellä alueella öljyyn ja maakaasuun perustuva kapasiteetti voisi olla vuodesta 2030 eteenpäin pitkälti varakapasiteettina lämpöpumpuilla ja puubiomassalla tuotetulle lämmölle, kun kivihiilestä on luovuttu. Itäisellä alueella kaasua ja öljyä käyttävä kapasiteetti olisi pitkälti varakapasiteettina puubiomassalla tuotetulle lämmölle. Läntisellä ja pohjoisella alueella öljyä käyttävä kapasiteetti olisi enimmäkseen varakapasiteettina puubiomassalla, mutta mahdollisesti vielä vähäisissä määrin turpeella tuotetulle lämmölle. Arvio öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävän laitoskapasiteetin kehityksestä maantieteellisesti on esitetty alla (Kuva 19).

**Kuva 19 – Arvio öljyä ja kaasua pääpolttoaineena käyttävästä laitoskapasiteetista vuonna 2030 ja 2040 maantieteellisesti**


Öljyn ja maakaasun polttoainekäytön oletetaan laskevan huomattavasti nopeammin kuin polttoainetta käyttävän kapasiteetin määrän. Vaikka maakaasua käyttävää

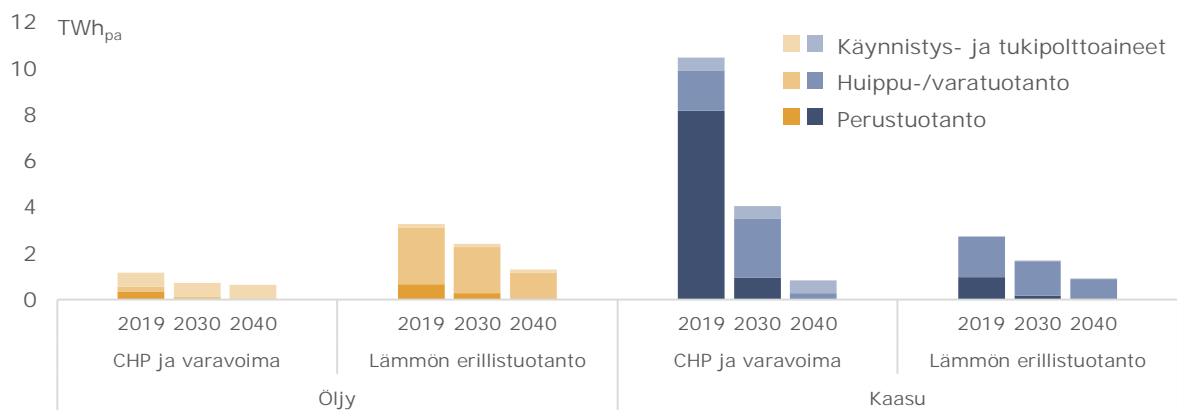


yhteistuotannon kapasiteettia on arvion mukaan edelleen kohtuullisesti vuonna 2030, on sen polttoainekäyttö yhteistuotannossa laskenut arviolta noin kolmannekseen. Perustuotannossa maakaasua käytettäisiin enää hyvin vähän kustannusten nousun myötä.

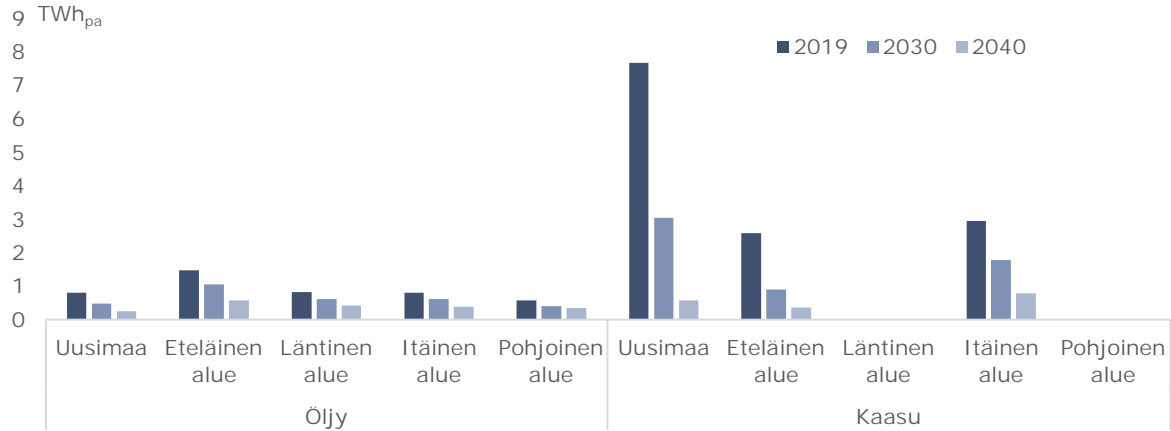
Lämmön erillistuotannon osalta sekä öljyn että maakaasun polttoainekäyttö laskee selvästi huipputuotannon korvautuessa energiamääräisesti pitkälti pellettilämpölaitoksilla ja sähkökattiloilla. Arvio perustuu kappaleessa 3.2.1 esitettyihin kannattavuusarvioihin. Polttoainekäyttöä jää edelleen hoitamaan sekä kaukolämmöntuotannon että teollisuuden lämmöntuotannon viimeisiä tuotannon tarpeita huippukysynnän aikaan, sekä varatuotantoon perustuotantolaitosten odottamattomien käyttökatkojen varalle.

Öljyä tai kaasua käytetään nykyisin käynnistyspolttoaineena kaikissa kiinteän polttoaineen kattiloissa. Lisäksi jätekattiloissa tai polttoaineen ollessa poikkeuksellisen märkää öljyä ja kaasua voidaan tarvita tukipolttoaineena. Tämän polttoainekäytön arvioidaan pysyvän nykyisellä tasolla myös jatkossa. Arvio öljyn ja kaasun polttoainekäytön kehityksestä käyttökohteittain on esitetty alla (Kuva 20).

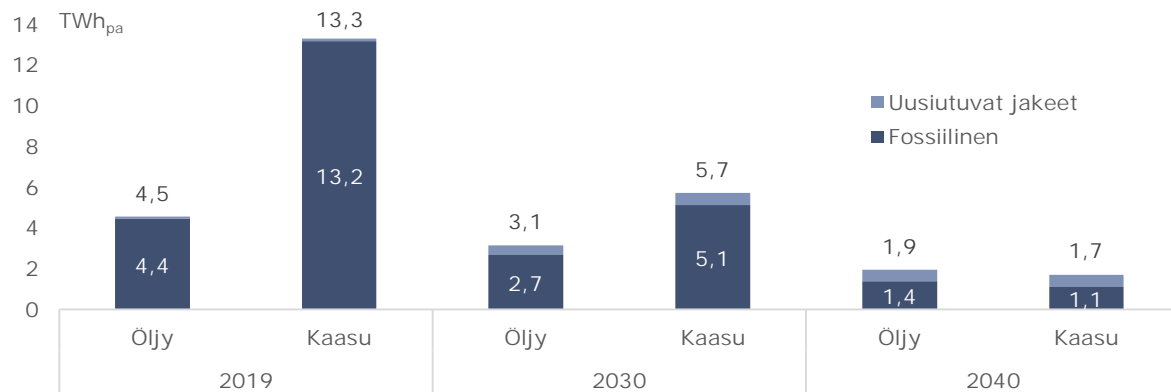
Kuva 20 – Arvio öljyn ja kaasun polttoainekäytöstä vuonna 2030 ja 2040 käyttökohteittain



Maantieteellisesti erityisesti kaasun polttoainekäyttö energiantuotannossa vähenee eniten Uudellamaalla sekä myös muualla eteläisellä alueella. Eniten kaasun käyttöä vuonna 2040 jää itäiselle alueelle. Arvio öljyn ja kaasun polttoainekäytön kehityksestä maantieteellisesti on esitetty alla (Kuva 21).

**Kuva 21 – Arvio öljyn ja kaasun polttoainekäytöstä vuonna 2030 ja 2040 maantieteellisesti**


Arvioidut öljyn ja kaasun polttoainekäytökset pitävät sisällään myös bioöljyjen ja bio- ja synteettisten kaasujen käytön. Kuten kappaleessa 3.2.2 todettiin, näiden osuuksien käytön ei oleteta lisäävän merkittävästi öljyn tai kaasun kulutusta energiantuotannon polttoaineena. Toisaalta uusiutuvien jakeiden hyödyntäminen energiantuotannossa voi vähentää fossiilisen öljyn ja kaasun käyttöä entisestään. Alla (Kuva 22) on esitetty karkea arvio siitä, miten uusiutuvat jakeet voisivat korvata fossiilisten öljyn ja kaasun käyttöä tulevaisuudessa. Arvioon liittyy kuitenkin huomattavaa epävarmuutta.

**Kuva 22 – Arvio öljyn ja kaasun uusiutuvista jakeista energiantuotannon polttoainekäytössä vuonna 2030 ja 2040**


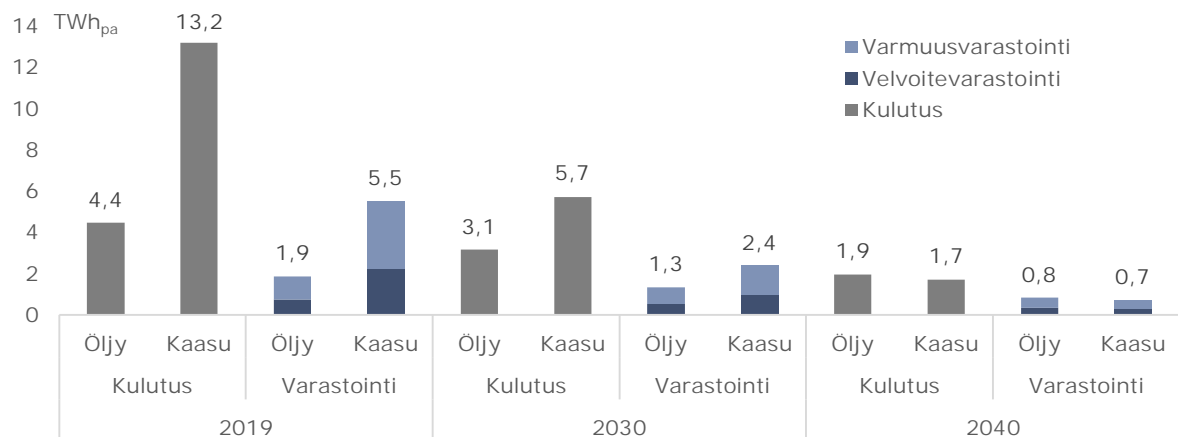
Fossiilisen öljyn osalta polttoainekäytön oletetaan myös jatkossa siirtyvän raskaalta polttoöljyltä kevyelle polttoöljylle, ja vuonna 2030 raskasta polttoöljyä ei oleteta enää juurikaan käytettävän. Kaasua oletetaan myös jatkossa käytettävän pääasiassa kaasuverkon alueella, eikä nesteytetyn maakaasun tai biometaanin (LNG tai LBG) tai paineistetun (CNG tai CBG) kaasun käytön oleteta merkittävästi kasvavan energiantuotannossa niiden oletettujen kalliimpien käyttökustannuksen vuoksi.

### 3.4 Polttoaineiden varastojen kehitys käytön perusteella arvioituna

Alla on kuvattu öljyn ja kaasun kulutus sähkön- ja lämmöntuotannossa sekä sitä vastaava varastointitarve nykyään ja arvioituna vuosille 2030 ja 2040 (Kuva 23). Arviossa ei ole eritelty sitä osuutta öljyn ja kaasun kulutuksesta, joka voisi olla uusiutuvia jakeita (ks. Kuva 22). Tämä kulutus ei lähtökohtaisesti kuuluisi nykyisien huoltovarmuusvarastoinnin käytäntöjen piiriin, joten nykyisten käytäntöjen mukaan laskettuna huoltovarmuusvarastot voisivat tulevaisuudessa olla alla esitettyä pienemmät, mikäli uusiutuvien öljyn ja kaasun jakeiden oletetaan korvaavan fossiilisia öljyä ja kaasua. Arvioidun kehityksen seurauksena öljyn energiantuotannon huoltovarmuusvarastot pienenisivät noin kolmanneksella ja kaasun yli puolittuisivat vuoteen 2030 mennessä. Vuoteen 2040 mennessä öljyn huoltovarmuusvarastot pienenisivät alle puoleen nykyisestä, ja kaasun noin 13 %:iin nykyisestä.

Koska jäljellä oleva polttoainekäyttö olisi huomattavan suurelta osin puhtaasti vara- ja huipputuotantoa, tulisi vuosien välisistä varastojen vaadittujen suuruusluokkien vaihtelusta todennäköisesti suhteellisesti nykyistä suurempaa. Esimerkiksi kylmän vuoden vaikutuksesta huipputuotannon tarve voisi jonkin verran kasvaa. Vastaavasti, jos joko sähkö- tai lämmitysjärjestelmän perustuotantoa on sitä tarvittaessa syystä tai toisesta laajemmin pois käytöstä, voidaan varatuotantoa tarvita myös koko Suomen tasolla keskimääräistä enemmän. Tällaisia tilanteita voisi sähköntuotannon osalta olla esimerkiksi ydinvoimalaitoksen tai siirtoyhteyden vioittuminen, tai pitkä tuuleton jakso korkean kysynnän aikaan. Lämmöntuotannossa tällainen tilanne voisi syntyä, jos esimerkiksi puupolttoaineiden toimitusketjuissa on laajempia häiriöitä. Toisaalta tavallista lämpimämmän vuoden vaikutuksesta varastojen laskennallinen tarve voisi laskea suhteellisesti hyvinkin paljon.

Kuva 23 – Öljyn ja kaasun kulutus sähkön ja lämmön tuotannossa 2019, 2030 ja 2040 ja sitä vastaava varastointitarve



Datalähde vuodelle 2019: Tilastokeskus taulukko 3.4.2

### 3.5 Keskeiset epävarmuudet öljyn ja kaasun energiakäytön kehityksessä

Öljyn ja kaasun energiakäytön kehitykseen liittyy merkittäviä epävarmuuksia. Jo tällä hetkellä öljy ja kaasu ovat polttoaineen kulutuksessa mitattuna hyvin pienessä roolissa energiantuotannossa Suomessa, ja siten suhteelliset muutokset sen käytössä voivat helposti olla merkittäviä.



Keskeisenä tekijänä käytön kehityksessä on fossiilisella öljyllä ja maakaasulla tuotetun energian muuttuvien tuotantokustannusten kehitys. Tiukentuneet päästötavoitteet todennäköisesti pitävät päästöoikeuksien hinnan korkealla. Samalla polttoaineveron avulla voidaan kansallisesti tarvittaessa edelleen ohjata fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Viimeaikainen päästöoikeuksien hinnan nousulla on hyvin todennäköisesti voimakas laskeva ohjausvaikutus jäljellä olevan öljyn ja maakaasun käyttöön erityisesti perustuotannossa. Lisäksi öljyn tai maakaasun raaka-ainehintojen voimakas nousu voi johtaa öljyn ja maakaasun käytön hyvinkin nopeaan laskuun, jolloin vain aivan välttämätön käyttö huipputuotannossa viimeisimpien energioiden tuotannossa sekä varatuotannossa todennäköisesti tulisi kyseeseen.

Keskeisenä tekijänä on myös fossiilisen öljyn ja maakaasun hyväksyttävyyys huippu- ja varatuotannon polttoaineena myös yritysten omien päästötavoitteiden kiristytessä. Tämä voisi periaatteessa ajaa alas viimeisiäkin öljyn ja maakaasun käyttöjä huipputuotannossa. Toisaalta yrityksillä on myös mahdollisuus kompensoida jäljellä olevasta öljyn ja maakaasun käytöstä syntyvät päästöt hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamiseksi.

Päästöoikeuden hinnan, verojen, ja hiilineutraaliustavoitteiden ohjausvaikutuksesta voi olla kannattavaa korvata fossiilista öljyä ja maakaasua polttoainevaihdoksella uusiutuviin öljyihin ja kaasuihin. Näiden polttoaineiden tuotantokustannukset ovat yleisesti kuitenkin olleet kalliita energiantuotannon polttoaineiksi, mistä syystä niiden ei ole oletettu tässä selvityksessä hyvin laajasti yleistyvän. Toisaalta mikäli niiden valmistus tulisi huomattavasti nykyistä edullisemmaksi, voisi käyttö periaatteessa lisätä öljyn ja kaasun käyttöä kokonaisuudessaan energiantuotannossa huomattavasti. Esimerkiksi biokaasun käyttöä rajaa lopulta kuitenkin pitkälti rajallinen raaka-ainepohja Suomessa ja tavoitteet suunnata tuotettua biometaania liikenteeseen. Synteettisen kaasun sijaan pidemmällä aikavälillä voisi olla järkevämpää polttaa suoraan vetyä, sillä sen valmistus on edullisempaa kuin vedystä jatkojalostettavan synteettisen kaasun.

Yhteistuotanto- ja erillistuotantosähkön tarve tulevaisuudessa riippuu muun muassa sähkön kysynnän kehityksestä. CHP kapasiteettia tarvitaan erityisesti, mikäli teollisuus ja lämmityssektori sähköistyvät voimakkaasti. Mikäli investointeja puupolttoaineita käyttäviin yhteistuotannon laitoksiin ei tehdä riittävästi, voi nykyisten maakaasua käyttäviä CHP-laitoksien käyttöikä olla kannattavaa ainakin tilapäisesti jatkaa.



## 4. TULOSTEN ARVIOIDUT VAIKUTUKSET HUOLTOVARMUUTEEN JA HUOLTOVARMUUSVARASTOIHIN

Kuten luvussa 2.1 todettiin, huoltovarmuudella tarkoitetaan kansallista materiaalien edellytysten turvaamista vakavissa häiriöissä ja poikkeusoloissa. Energiantuotannon osalta tämä tarkoittaa käytännössä yhteiskunnan lämmön- ja sähköntuotannon riittävyyden varmistamista. Koska lämmön- ja sähköntuotannon polttoaineet ovat aiemmin suurilta osin olleet fossiilisia tuontipolttoaineita, on energiantuotannon huoltovarmuuden ylläpitäminen perustunut pitkälti fossiilisten tuontipolttoaineiden saatavuuden varmistamiseen. Vakavia häiriöitä tai poikkeusoloja, joiden varalle fossiilisten tuontipolttoaineiden saantia on turvattu ovat esimerkiksi:

- kaasun siirron katkeaminen Venäjältä (nykyisin kaasua saadaan Balticconnectorin kautta myös muualta Euroopasta, mutta valtaosa kaasusta Suomeen ja Baltiaan tulee edelleen Venäjältä)
- meriliikenteen häiriöt
- sotatila
- pandemiat
- erilaiset säätilat, jotka aiheuttavat tuonnin häiriöitä.

Fossiilisten tuontipolttoaineiden saatavuutta yllä mainituissa tilanteissa on turvattu varastoimalla polttoaineita perustuen polttoaineen tuontiin/käyttöön edeltävän vuoden aikana. Luvussa 3 esitettyjen tulosten perusteella sekä öljyn että erityisesti maakaasun polttoainekäyttö energiantuotannossa laskee merkittävästi jo vuoteen 2030 mennessä, mutta polttoaineita käyttävää kapasiteettia jää huippu- ja varatuotantokäyttöön merkittävät määrät. Luvussa 3.4 esitetyn mukaisesti tämän kapasiteetin polttoainekäytössä olisi todennäköisesti merkittäviä vuosien välisiä vaihteluita, minkä seurauksena nykyisten määräysten edellyttämät velvoite- ja varmuusvarastojen suuruudet vaihtelisivat myös merkittävästi vuodesta toiseen, sen lisäksi että velvoitettavien varastojen koot yleisesti pienenisivät.

Näin ollen, siltä osin kuin öljyä ja maakaasua huoltovarmuusvarastoitaisiin vakavia öljyn ja maakaasun tuonnin häiriötä varten, voisi määräyksen edellyttämän varastointimäärän laskentaperustetta olla syytä muuttaa perustumaan pidemmän aikavälin, esimerkiksi kolmen vuoden keskimääräiseen öljyn tai maakaasun käyttöön/tuontiin. Lisäksi olisi syytä arvioida, olisiko huoltovarmuusvarastojen suhteellista kokoa syytä kasvattaa polttoainekäytön vaihtelun suhteellisen kasvun vuoksi, jotta huoltovarmuus säilyisi poikkeustilanteissa nykyisellä tasolla. Nykyisin huoltovarmuusvarastoja ylläpidetään velvoite- ja varmuusvarastojen muodossa yhteensä 5 kuukauden keskimääräistä käyttöä vastaava määrä.

Öljyn ja maakaasun polttoainekäytön vähenemisen lisäksi myös kivihiilen käyttö energiantuotannossa loppuu viimeistään 2029 mennessä kivihiilen energiakäytön kiellon myötä. Näin ollen fossiilisia tuontipolttoaineita käytettäisiin energiantuotannossa enää hyvin vähän. Jäljelle jäävä ja korvaava polttoainekäyttö olisikin pitkälti uusiutuvia biopolttoaineita (pääasiassa puubiomassaa) ja vähenevissä määrin turvetta. Lisäksi polttoainekäyttöä lämmityksessä korvataan sähköllä. Kasvava biomassan käyttö johtanee jossain määrin myös tuontibiomassan käytön kasvuun, jolloin huoltovarmuuden ylläpitämiseksi tuontipolttoaineisiin liittyvää



huoltovarmuusvaratumista voisi olla syytä laajentaa myös fossiilisten polttoaineiden ulkopuolelle. Mikäli bioöljyjen ja biokaasujen käyttö energiantuotannossa lisääntyy, voi osa myös näiden polttoaineiden hankinnasta perustua tuontiin. Koska energiantuotannon käyttöön ohjautuvat biopolttoaineet ovat yleisesti varastoitavuudeltaan huonoja, voisi erityisesti fossiilista öljyä olla kustannustehokkaampaa huoltovarmuusvarastoida tuotujen biopolttoaineiden sijaan.

Koska suuri osa jäljellä olevasta ja fossiilisia tuontipolttoaineita korvaavasta polttoainekäytöstä olisi kuitenkin nimenomaan kotimaista puubiomassaa, tulee polttoaineiden kotimaisuusaste kasvamaan. Korkea kotimaisuusaste on nähty huoltovarmuuden kannalta hyvänä asiana, koska kotimaisiin polttoaineisiin ei liity tuonin häiriöihin liittyvää varautumisen tarvetta. Perinteisesti kotimaiset polttoaineet ovat kuitenkin pitäneet sisällään myös merkittävää turpeen energiakäyttöä, minkä on arvioitu laskevan merkittävästi jo vuoteen 2030 mennessä ja korvautuvan pitkälti puubiomassalla. Huoltovarmuuden toteuttamiseksi turvetta on polttoaineena turvavarastoitu säärisien vuoksi, sillä turvetuotanto on pitkälti sääriippuvaista. Koska turpeen varastoitavuus polttoaineena on hyvä, on huoltovarmuus kotimaisten polttoaineiden osalta saatu toteutettua hyvin. Turvetta on käytännössä pystytty pitkälti varastoimaan myös kotimaisen puubiomassan käytön varalle, sillä turvetta poltetaan usein puubiomassan kanssa samoissa laitoksissa.

Tuontipolttoaineiden ja turpeen käytön vähenemisen seurauksena tulee energiantuotannon polttoainekäyttö siis perustumaan pitkälti kotimaisiin heikosti varastoitaviin polttoaineisiin. Esimerkiksi puubiomassa menettää lämpöarvoaan varastoitaessa. Siten kotimaisten polttoaineiden osalta huoltovarmuusvarautumista olisi syytä pohtia uudelleen. Nykyisin energiantuottajat ovat laatineet muiden polttoaineiden kuin fossiilisten tuontipolttoaineiden ja turpeen osalta vapaaehtoisia varautumissuunnitelmia, joiden velvoittavuuden lisäämistä voidaan pohtia. Esimerkiksi puubiomassan hankintaketjuilla ja niiden toimivuudella myös poikkeusoloissa olisi entistä suurempi merkitys, kun polttoaineen osuus energiantuotannossa kasvaa. Toimitussopimusten osalta tulisi pohtia miten ne toimisivat häiriötilanteissa. Mikäli turvetta ei turpeen energiakäytön ja turvetuotannon vähentyessä enää turvavarastoida yhtä paljon kuin nykyään, voi olla syytä pohtia polttoainevarastoinnin tarvetta myös kotimaisen puubiomassan osalta. Mahdollinen varastointivelvoite tai turpeella nykyisin olevan turvavarastoinnin kaltainen järjestely voitaisiin toteuttaa joko biomassalla tai esimerkiksi öljyllä. Biomassan heikon varastoitavuuden vuoksi öljy voisi olla kustannustehokkaampi tapa polttoaineen varastointiin. Öljyä käytettäisiin biomassaan perustuvan energiantuotannon varatuotantolaitoksissa.

Teollisuuden ja lämmityksen sähköistymisen ja sen aiheuttaman sähkön kysynnän kasvun myötä myös sähköntuotannon toimitusvarmuuden ylläpitäminen tulee varmistaa. Muutosta ajaa myös kasvava ydinvoima- ja tuulikapasiteetti, joka osittain korvaa joustavampaa CHP-tuotantoa. Uudessa tilanteessa siirtoyhteyksien merkitys kasvaa, ja esimerkiksi kolmannen yhdysjohdon rakentaminen Ruotsiin on tärkeässä roolissa tehon riittävyuden kannalta erityisissä tilanteissa, kuten tuulettomina aikoina. Vaikka kysyntäjouston määrän odotetaan kasvavan ja vesivoiman toimivan edelleen tuotannon tasaamiseksi, on arvioitava myös tarvittavan varatuotantokapasiteetin määrää. Tässä tulee pohtia, miten paljon kapasiteettia tulisi markkinaehtoisesti, ja miten paljon kapasiteettia tulisi olla markkinoiden ulkopuolella tuetusti toimitusvarmuuden takaamiseksi puhtaasti häiriötilanteissa. Tarvittavan varatuotantokapasiteetin määrän tarvetta ja oletettua käyttöastetta häiriö- ja poikkeusoloissa tulevaisuudessa tulisi arvioida tarkemmin. Koska öljy ja kaasu voisivat olla varteenotettavia polttoaineita tälle kapasiteetille, voisi sähköntuotannon toimitusvarmuuden ylläpitäminen jatkossa edellyttää jonkinlaista varastointia öljylle ja





kaasulle myös sähköntuotannon toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi. Tämä varastointi voisi todennäköisesti olla perusteltua tehdä valtion toimesta.

Öljyn ja maakaasun huoltovarmuusvarastointi voisikin jatkossa liittyä enemmän vaihtoehtoihin varautumismenetelmiin sellaisen energiantuotannon osalta, jonka saatavuuden häiriöihin on muutoin vaikeampi varautua. Koska myös maakaasua on hankalaa varastoida, tarkoittaisi tämä pääasiassa öljyn varastointia. Öljyä voisi olla syytä varastoida sellaisia tilanteita varten, joiden takia energiantuotantoa, jonka huoltovarmuus on vaikeampaa muutoin toteuttaa, olisi poikkeuksellisesti koko Suomen mittakaavassa laajasti poissa käytöstä. Tällaisia tilanteita voisivat olla esimerkiksi:

- Puubiomassan saatavuuden laajat ongelmat
- Ydinvoimalaitosten vioittuminen tai laaja käyttökielto esimerkiksi EU-tasolta
- Sähkön tuonnin katko esimerkiksi siirtoyhteyden vioittumisen vuoksi
- Pandemiat
- Kerrannaisvaikutukset yhä monimutkaisemmassa energiajärjestelmässä, kuten esimerkiksi katko p2x-ketjussa
- Pitkäkestoiset sähkönjakelun häiriötilanteet
- Vakavat ja pitkäkestoiset markkinahäiriöt
- Sään ääri-ilmiöt
- Uusien suurten energiantuotannon investointien muutostenhallintaan liittyvät haasteet, jolloin korvaavalle polttoaineelle voisi suunnittele mattomasti olla lämmityskaudenkin pituista tarvetta

Kaiken kaikkiaan fossiilisten tuontipolttoaineiden saantihäiriöihin varautuminen olisi tulevaisuudessa huomattavasti pienemmässä roolissa huoltovarmuuden toteuttamisessa, eikä öljyä ja kaasuaakaan juurikaan tarvitsisi varastoida näitä tilanteita varten. Sen sijaan erityisesti öljy voisi edelleen olla polttoaine, jonka varastoimisella voitaisiin kustannustehokkaasti varautua hankalammin varastoitavien uusiutuvien tuontipolttoaineiden, kotimaisten hankalasti varastoitavien polttoaineiden, sekä muun energiantuotannon saatavuuden laajoihin poikkeamiin, joihin on muutoin hankalampaa varautua. Toimijoiden sekä valtion roolia energialähteiden saannin turvaamisessa tulisi myös miettiä uudelleen. Mikäli öljyä varastoitaisiin muun energiantuotannon kuin öljyn energiantuotantokäytön varalle, olisi veloitteen hyvä olla joko energiantuottajalla tai valtiolla perustuen energiantuotannolle laadittuun varautumissuunnitelmaan, mutta ei öljyn maahantuojalla, jolla ei ole näkyvyyttä tarvittavan polttoainevarastoinnin määrään.

Mikäli energiantuotannon huoltovarmuutta turvataan varatuotantolaitoksissa poltettavalla öljyllä tai kaasulla, tulee logistiikan ylläpitämiseen varautuminen merkittäväksi huoltovarmuuskysymykseksi. Logistiikkaa ei markkinaehtoisesti kannata ylläpitää, mikäli öljyä ja kaasua ei normaalitilanteessa käytetä energiantuotannon polttoaineena merkittävästi. Toisaalta poikkeustilanteet lisäisivät logistiikan tarvetta hetkellisesti merkittävästi. Logistiikkaan liittyvää huoltovarmuusvarautumista kannattaisi selvittää tarkemmin, ja tämän yhteydessä selvittää myös tuottajien ja valtion roolitusta logistiikan järjestämisen osalta. Kumipyörillä kulkevan öljyn osalta haasteena on öljyn siirtäminen kulutuskohteisiin. Kaasuverkon osalta kysymykseksi taas voi nousta kaasuverkon ylläpitäminen, mikäli kaasun käyttö vähenisi kokonaisuudessaan merkittävästi.



Huoltovarmuusvarastoituja polttoaineita ei ole tarkoitus käyttää normaalitilanteissa, minkä vuoksi varastoinnin toteuttaminen fossiilisilla polttoaineilla ei tarkoita juurikaan fossiilisten polttoaineiden käyttöä energiantuotannossa. Fossiilisten polttoaineiden ja erityisesti öljyn etuna on hyvä varastoitavuus ja nopea hyödynnettävyys varatuotantolaitoksissa. Mikäli huoltovarmuuspolttoaineille tulisi jatkossa biovelvoite, voisi huoltovarmuuden toteuttaminen olla merkittävästi hankalampaa, sillä energiantuotantokäyttöön ohjautuvien öljyn ja kaasun biojakeiden varastoitavuus on ainakin nykyisin ollut heikkoa.



## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET HUOLTOVARMUUDEN SUUNNITTELUN KANNALTA

Fossiilisten tuontipolttoaineiden, mukaan lukien öljyn ja maakaasun käytön vähentyessä energiantuotannossa merkittävästi energiantuotantoon liittyvän huoltovarmuuden suunnittelun periaatteita tulee pohtia uudelleen. Tuontipolttoaineiden osalta huoltovarmuusvarastointia olisi syytä laajentaa myös fossiilisten polttoaineiden ulkopuolelle, jolloin huoltovarmuus voisi kuitenkin olla kustannustehokkaampaa toteuttaa varatuotantolaitoksissa käytettävän öljyn varastoinnilla. Myös kotimaisten polttoaineiden osalta huoltovarmuusvarautumista tulisi kehittää, erityisesti kun helposti varastoitavan turpeen energiakäyttö vähenee nopeasti. Huomio tulisi kiinnittää hankintaketjujen toimivuuteen myös poikkeustilanteissa, sekä todennäköisesti myös polttoaineen varastointitarpeen selvittämiseen sen lisäksi. Varastointi voisi olla velvoiteperusteista, tai vaihtoehtoisesti siihen voitaisiin järjestää samankaltainen turvavarastointijärjestely kuin turpeelle, jolloin varastointi on vapaaehtoista mutta siitä saa korvauksen. Tätäkin varastointia voisi olla kustannustehokkaampaa toteuttaa varatuotantolaitoksissa käytettävän öljyn varastoinnilla. Lisäksi sähkön toimitusvarmuuden varmistamiseksi jatkossa tarvittavan varatuotantokapasiteetin määrää ja sen häiriö ja poikkeusoloissa mahdollisesti tarvittavan käytön määrää on syytä selvittää. Erityisesti öljy voisi olla mahdollinen polttoaine tällaiselle kapasiteetille, ja polttoaineena käyttää myös kaasua tai vetyä.

Siten, vaikka nykyisten huoltovarmuuskäytäntöjen mukaan öljyn ja kaasun energiantuotannon käyttöön perustuva huoltovarmuusvarastointi vähenee arvioitujen polttoainekäyttöjen kehitysten mukaan, voisi erityisesti öljyn varastointia energiantuotannon huoltovarmuuden toteuttamiseksi olla syytä lisätä merkittävästikin nykyisestä. Koska öljyn käytön tieliikennekäytössä oletetaan vähenevän ja sitä myötä myös huoltovarmuusvarastojen koon tieliikenteen osalta pienenevän, voisi energiantuotannon kasvavalle varastoinnin tarpeelle olla olemassa jo valmiiksi tarvittava määrä varastointikapasiteettia. Toisaalta huoltovarmuusmääräyksiä olisi syytä suunnata myös logistiikkaan, mikäli öljyä ja kaasua käytettäisiin normaalitilanteessa huomattavan vähän. Huoltovarmuusvelvoitteiden järjestäminen ja kustannusten kattaminen voi tulevaisuudessa olla huomattavasti monimutkaisempaa, ja niiden osalta tulisi pohtia, kenelle velvoite varastoinnista kuuluisi, ja miten se tulisi toteuttaa siten, ettei markkinoiden toiminta häiriintyisi. Alla olevassa taulukossa on esitetty huoltovarmuusperiaatteita ja niihin liittyviä suosituksia öljyn ja kaasun varastoinnin kannalta (Taulukko 3).



Taulukko 3 – Huoltovarmuusperiaatteita ja suosituksia öljyn ja kaasun varastoinnin kannalta

Huoltovarmuusperiaate	Suositus
Fossiilisten tuontipolttoaineiden huoltovarmuusvarastointi niiden toteutuneeseen käyttöön perustuen	Varastoidaan edelleen, mutta koska käyttö on normaalitilanteessa hyvin vähäistä, olisi varastointikin vähäistä. Muutetaan velvoitetta perustumaan useamman vuoden keskiarvioiseen käyttöön, koska vuosien välinen vaihtelu käytössä kasvane
Uusiutuvien tuontipolttoaineiden huoltovarmuusvarastointi	Myös uusiutuvien tuontipolttoaineiden huoltovarmuusvarastointia tulisi harkita. Käytännössä uusiutuvien polttoaineiden varastoitavuus on kuitenkin usein heikkoa, jolloin varastointi voisi olla järkevämpää toteuttaa esimerkiksi varatuotantolaitoksissa käytettävällä öljyllä
Huoltovarmuusvarastointi ja järjestelyt kotimaisten uusiutuvien polttoaineiden kannalta	Lähtökohtana kotimaisten uusiutuvien polttoaineiden saannin varmistamiselle toimitusketjujen toimivuuden varmistus myös poikkeustilanteissa. Mikäli turpeen tuotanto ja sitä kautta saatavuus varastoihin vähenee, voisi lisäksi uusiutuvia polttoaineita olla syytä varastoida. Varastointi voitaisiin toteuttaa joko velvoitteena tai turpeen turvavarastoinnin kaltaisena vapaaehtoisena järjestelynä, jossa polttoainetta varastoivalla toimijalle maksetaan korvaus. Heikon varastoitavuuden vuoksi varastointia voisi toteuttaa varatuotantolaitoksissa käytettävällä öljyllä
Huoltovarmuusjärjestelyt sähkön toimitusvarmuuden kannalta	Sähkön varatuotantokapasiteetin määrän ja sen käyttämisen tarvetta poikkeusoloissa erilaisissa skenaarioissa tulisi selvittää. Kapasiteetin polttoaineeksi voitaisiin varastoida esimerkiksi öljyä, ja polttoaineena käyttää myös kaasua tai vetyä
Tarvittavan logistiikan ylläpitäminen	Koska öljyä ei normaalitilanteessa juurikaan käytettäisi energiantuotantoon, tulisi öljyn siirtoon käytettävälle logistiikalle todennäköisesti asettaa huoltovarmuusmääräyksiä, jotta esimerkiksi kuljetuskapasiteettia on tarpeeksi poikkeusoloja varten. Kaasuverkon olemassaolo on huoltovarmuusnäkökulmasta keskeistä

AFRY IS AN INTERNATIONAL ENGINEERING, DESIGN AND ADVISORY COMPANY.

We support our clients to progress in sustainability and digitalisation. We are 17,000 devoted experts within the fields of infrastructure, industry and energy, operating across the world to create sustainable solutions for future generations.

AFRY Management Consulting provides leading-edge consulting and advisory services covering the whole value chain in energy, forest and bio-based industries. Our energy practice is the leading provider of strategic, commercial, regulatory and policy advice to European energy markets. Our energy team of over 250 specialists offers unparalleled expertise in the rapidly changing energy markets across Europe, the Middle East, Asia, Africa and the Americas.



AFRY Management Consulting

P.O.Box 4, 01621

Visit: Jaakonkatu 3

Vantaa

Finland

+358 10 3311

[afry.com](http://afry.com)

E-mail: [jenni.patronen@afry.com](mailto:jenni.patronen@afry.com)



**AFRY**  
Ä F PÖYRY